

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V  
PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra vodního hospodářství obcí



Testování webové aplikace HDVAsist  
pro návrh systémů modrozelené  
infrastruktury

Bakalářská práce

Autor: Ivo Dokoupil

Vedoucí práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

2024 v Praze

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dokoupil** Jméno: **Ivo** Osobní číslo: **502133**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra vodního hospodářství obcí**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Specializace: **Vodní hospodářství a vodní stavby**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Testování webové aplikace HDVAsist pro návrh systémů modrozelené infrastruktury**

Název bakalářské práce anglicky:

**Testing of HDVAsist web application for designing blue-green infrastructure systems**

Pokyny pro vypracování:

Práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část. Teoretická část se bude soustředit zejména na popis modrozelené infrastruktury, koncepční přístup k jejímu návrhu a popis metod práce. Praktická část bude zahrnovat testování webové aplikace HDVAsist na konkrétních příkladech systémů modrozelené infrastruktury. Součástí výstupů práce budou testovací protokoly aplikace.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod  
TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami  
Stránský, D. a kol. Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hl. m. Prahy, 2021  
Krejčí, V. a kol. Odvodňování urbanizovaných území, NOEL, 2000

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. David Stránský, Ph.D. katedra vodního hospodářství obcí FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **20.02.2024** Termín odevzdání bakalářské práce: **20.05.2024**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. David Stránský, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. David Stránský, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

Prohlašuji,  
že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že  
veškerou odbornou literaturu a zdroje informací jsem uvedl v seznamu použité literatury  
na konci práce.

V ..... dne .....

podpis .....

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Davidovi Stránskému, Ph.D. za vedení, přátelský přístup, odbornou pomoc a poskytnuté materiály při zpracovávání bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá testováním webové aplikace HDVAsist pro návrh systému modrozelené infrastruktury. V rešeršní části se zaměřuje na postupný historický přerod k modrozelené infrastruktuře, jejím benefitům, koncepcím a návrhům systémů hospodaření s dešťovou vodou a jejímu legislativnímu ukotvení. Praktická část práce se věnuje samotnému testování aplikace za využití nadefinovaných modelových příkladů a sepsaného metodického postupu. Výstupem práce je kontrola funkčnosti aplikace spolu s vytvořeným protokolem o chybách a doporučením.

**Klíčová slova:** modrozelená infrastruktura, zelená infrastruktura, dešťová voda, hospodaření s dešťovou vodou, HDVAsist, webová aplikace

## **Abstract**

The bachelor thesis is focused on the testing of the web application HDVAsist for the design of a blue-green infrastructure system. The research part focuses on the gradual historical transition to blue-green infrastructure, its benefits, concepts and designs of stormwater management systems and its legislative anchoring. The practical part of the thesis focuses on the actual testing of the application using defined model examples and a written methodological procedure. The conclusion of the thesis checks the functionality of the application together with a created bug report and recommendations.

**Keywords:** blue-green infrastructure, green infrastructure, stormwater, stormwater management, HDVAsist, web application

# Obsah

Úvod .....	8
1. Dešťová voda v kontextu vývoje vodohospodářského plánování .....	9
1.1. Vývoj vodohospodářského plánování a využití dešťové vody .....	9
1.1.1. První historicky doložené plány ve starověkém světě .....	9
1.1.2. Od Římské říše až po novověk.....	10
1.1.3. Dvacáté století.....	11
1.2. Výzvy dneška .....	12
1.2.1. Urbanizace.....	12
1.2.2. Změna klimatu.....	12
1.2.3. Dopad změny klimatu a urbanizace .....	13
1.3. Podmínky pro vznik modrozelené infrastruktury .....	15
2. Modrozelená infrastruktura.....	16
2.1. Definice modrozelené infrastruktury .....	16
2.2. Objekty MZI .....	18
2.2.1. Střechy s retenční vrstvou .....	18
2.2.2. Zpevněné propustné povrchy .....	19
2.2.3. Akumulační nádrže .....	19
2.2.4. Průlehy .....	20
2.2.5. Rýhy .....	20
2.2.6. Retenční nádrže s regulovaným odtokem .....	21
2.2.7. Plochy pro vsakování.....	21
2.3. Benefity MZI .....	22
3. Koncepce a návrh systému HDV .....	23
3.1. Priority způsobů HDV .....	23
3.2. Místní podmínky v řešeném území .....	24
3.3. Pravidla pro volbu objektů HDV .....	25
4. Legislativní ukotvení HDV .....	27
5. Cíl práce.....	29
6. Cíl práce.....	30
6.1. Webová aplikace HDVAsist .....	31
6.1.1. Modul 1: Vyhodnocení místních podmínek .....	31
6.1.2. Modul 2: Koncepční návrh systému HDV.....	32
6.1.3. Modul 3: Dimenzování systému HDV.....	33

6.2.	Metodika výpočtu objektů.....	34
6.2.1.	Vsakovací průleh.....	34
6.2.2.	Průleh-rýha s regulovaným odtokem .....	36
6.2.3.	Akumulační nádrž .....	37
6.3.	Metodika testování HDVAsistu.....	40
7.	Praktická část.....	41
7.1.	Vydefinování modelových příkladů .....	41
7.1.1.	Rodinný dům v obci Obříství.....	41
7.1.2.	Technická ulice.....	42
7.1.3.	Ústřední hřbitov Brno .....	43
7.2.	Výpočet modelových příkladů .....	44
7.2.1.	Výpočet systému HDV RD v Obříství.....	44
7.2.2.	Výpočet systému HDV v Technické Ulici.....	48
7.2.3.	Výpočet systému HDV v Ústředním hřbitově v Brně.....	52
7.3.	Výsledky modelových příkladů z HDVAsisti .....	53
7.3.1	Výsledek systému HDV RD v Obříství z HDVAsistu .....	53
7.3.2	Výsledek systému HDV RD v Technické ulici z HDVAsistu .....	53
7.3.3	Výsledek systému HDV na Ústředním hřbitově z HDVAsistu .....	54
7.4	Porovnání výsledků z HDVAsistu s manuálními výpočty .....	55
7.4.1.	Vyhodnocení systému HDV RD v Obříství.....	55
7.4.2.	Vyhodnocení systému HDV v Technické Ulici.....	56
7.4.3.	Vyhodnocení systému HDV v Ústředním hřbitově v Brně.....	56
7.5.	Protokoly o testování aplikace.....	57
7.6.	Celkové doporučení.....	61
8	Shrnutí a závěr.....	62
	Přílohy.....	68

# Úvod

Celkový čas pro získání stavebního povolení v České republice se dnes pohybuje mezi 6 až 12 měsíci. Oproti tomu v Rakousku nebo Německu lze toto povolení získat už za 2 až 4 měsíce. Důvodem je potřeba vyjádření příslušných úřadů, délka lhůty pro vyřízení stavebního povolení úřadem nebo administrativní zatížení úředníků. Zavedením nového stavebního zákona by se tento proces měl ulehčit a zrychlit (např. snížením časové lhůty pro rozhodnutí stavebního úřadu nebo digitalizací státní správy). [1]

V oblasti navrhování systémů hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných územích byla Technologickou agenturou ČR za součinnosti ČVUT Fakultou stavební vytvořena webová aplikace HDVAsist, která si klade za cíl zefektivnit kontrolu těchto objektů a zkrátit tak celý povolovací proces stavebního povolení.

Tato bakalářská práce se v rešeršní části zabývá vývojem konceptu hospodaření s dešťovou vodou od pravěku až po současný trend modrozelené infrastruktury, dále koncepcí návrhů systému hospodaření s dešťovou vodou a v neposlední řadě aktuální platnou legislativou, která se jí týká. Praktická část si pak klade za cíl otestování webové aplikace HDVAsist, která slouží ke kontrole projektů modrozelené infrastruktury. Motivací k práci je prohloubení dosavadních znalostí v oblasti hospodaření s dešťovou vodou a navrhování daných objektů, dále přístup k nové webové aplikaci, která bude využívána v praxi, možnost jejího prvního testování a šance ovlivnit její správné fungování z hlediska uživatelské přístupnosti a kontroly navrhovaných systémů modrozelené infrastruktury.



# 1. Dešťová voda v kontextu vývoje vodohospodářského plánování

První kapitola si klade za cíl stručně zmapovat postupný vývoj hospodaření s dešťovou vodou a vodohospodářství v průběhu staletí až do současné doby, a zároveň poukázat na jeho filozofický přerod a cíle v jednotlivých lidských obdobích, které kladly různé překážky a potřeby. Závěr je věnován výzvám dneška, mezi které patří například urbanizace nebo klimatická změna a postupný přerod v modrozelenou infrastrukturu (dále MZI).

## 1.1. Vývoj vodohospodářského plánování a využití dešťové vody

Nejstarší lidské kultury začaly vznikat v bezprostřední blízkosti vodního zdroje, ať už u řek, jezer či moří. Práce s vodou a její využívání je tedy staré jako lidstvo samo. Mezi nejznámější vodní toky, u kterých můžeme dohledat důkazy prvních lidských obydlí, patří řeky Eufkrat a Tigris, Nil nebo Jang-c'-ťiang. V Čechách můžeme hovořit o řece Moravě. [2]

### 1.1.1. První historicky doložené plány ve starověkém světě

Mezi nejstarší doložený vodohospodářský plán se řadí návrh Samsu-luny (syna babylonského krále Chamurapiho), který byl vypracován již před 3700 lety. Plán byl uskutečněn během 16 let a zahrnoval výstavbu zavlažovacích kanálů, regulaci řeky Eufkrat, královské lázně nebo stavby vodních kol pro řemeslníky. K ještě starším plánům, nicméně nedochovaným, se řadí plán regulace řek Chuang-che a Jang-c'-ťiang z období 2300 let př.Kr. Ohrazování řek tehdy vedlo ke snížení škod způsobených povodněmi a k ochraně lidských životů.[3]

Ve staroindických pramenech, které datujeme zhruba 4000 let př.Kr., se dokonce dočteme, že „*odvodňování džunglí a bažin, a dále údržba zavlažovacích příkopů a ochranných hrází*“[4] patřilo mezi povinnosti místních obyvatel.

K nejznámějším zdrojům týkajících se vodního plánování pak patří Chamurapiho zákoník, který se ve svých vodoprávních normách věnoval především zavlažování, vodním stavbám, vodní dopravě, a dokonce i vyměřoval majetkové tresty úměrné vzniklé škodě, např. při zanedbání oprav hráze, která svým protržením způsobila škody na cizím majetku. [5]

Z tohoto období se nám v neposlední řadě dochovaly i první stavby na sběr dešťové vody ve vesnicích v Levantě v jihozápadní Asii. Byly jím vodotěsné cisterny s vápennou omítkou v podlaze domů. Voda zadržovaná v cisternách byla následně využívána k osobní

potřebě či k zemědělství. Obdobné cisterny můžeme následně nalézt i v některých částech Jeruzaléma, kde byla například objevena starobylá cisterna z roku 2500 př.n.l. o objemu dosahujícího 1700 m<sup>3</sup>. [6]

K dalším dochovaným reliktem patří tzv. Laodicejská deska, což je mramorový blok z období 114 let př. Kr., do kterého je vytesán zákon, jenž stanovuje užívání vody a její distribuci systémem kanálů z hory Karci do města Laodikaeia v dnešním Turecku v provincii Denizli. Zákon měl sepsat tehdejší guvernér Aulus Vicirius Matrialis a stanovoval například pokuty za znečištění vod, poničení dopravních kanálů či cenu za využívání vody k pitným a dalším účelům. [7]

### 1.1.2. Od Římské říše až po novověk

Za skutečné mistry vodohospodářského plánování v pozdně starověké Evropě můžeme považovat Římany. Dokázali totiž systematicky stavět a plánovat vodní díla ve velkém měřítku, dokladem čehož jsou jejich stavby akvaduktů, kanálů, nádrží či veřejných lázní. Tato díla, která se některá dochovala i do dnešních dob, dokázali Římané vystavět a udržovat i díky svému vodnímu právnímu systému, jenž nepovažoval vodu pouze za přírodní zdroj a veřejný statek, ale i za ekonomickou komoditu. Z tohoto práva následně vycházejí a inspirují se evropské vodní zákony. [2]

Mimo jiné byly v rámci Římské říše budovány cisterny na dešťovou vodu, které svým stářím překonaly i slavné akvadukty. Dochované jsou např. střešní zásobárny vody v Pompejích v 1. století př.n. l. Tradice staveb cisteren pokračovala i za dob Byzantské říše – během panování císaře Justiniána v 6. st. n. l. byla zbudována cisterna Jerabatan v Konstantinopoli.[8]

I první vodovod je připisován Římanům. Byl postaven na příkaz římského politika a státníka Appia Claudia v roce 305 př. Kr., a to o délce 16,6 km. Výrok císaře Augusta: „*Římské impérium je založeno na silnicích a vodovodech. Teprve vodovod dělá z vesnice město.*“ je dalším důkazem o významu vodních staveb v tomto období.

V roce 97 n. l. byl císařem Nerem jmenován první vodohospodářský ministr Sextus Iulius Frontinus, který nechal vypracovat plán na stavbu 404 km vodovodů, a právě o vodovodech sepsal také příručku pro své nástupce.

Zánik Západořímské říše znamenal mimo jiné i zničení celé řady vodovodů, lázní a dalších vodohospodářských děl, čímž se na dlouhá staletí zastavil i rozvoj vodohospodaření ve středověké Evropě. [3]

V následujícím období můžeme využití dešťové vody trasovat do raně středověkých Benátek, které kvůli svému umístění na ostrůvcích ve slané přímořské laguně byly na hospodaření s dešťovou vodou zcela závislé. Z toho důvodu byly ve městě budovány sběrné studny – voda tak prosakovala skrz speciálně upravenou kamennou podlahu a byla filtrována vrstvou písku až na dno studny, kde byla shromažďována.[9]

V Českých zemích existují písemné doklady o vodních dílech až ze 12.století. Jedná se například o vodní mlýny, ponechané nejčastěji v soukromé správě církve, nebo o různé soukromé přivaděče vody do obytných oblastí, jako je otevřené koryto či vodovodní řad. [10] [2]

O rozvoj vodohospodářství v Českých zemích se také zasadil Karel IV., jenž podporoval výstavbu rybníků a vodních nádrží za účelem chovu ryb. Díky němu vznikly například rybníky Holná, Dvořiště nebo Velký rybník u Doks (dnešní Máchovo jezero).[11]

Počátkem 16. století byl postaven Opatovický kanál [12] a v druhé polovině tohoto století vznikly největší české rybníky Svět a Rožmberk – u posledně jmenovaného byl zbudován i protipovodňový kanál Nová řeka.[13] V 18. století vznikl propoj povodí Vltavy a Dunaje díky Schwarzenberskému plavebnímu kanálu [14], který sloužil k dopravě dřeva do Vídně. Na konci 19. století byla v Písku zbudována první vodní elektrárna u nás. [15] Podíváme-li se na světová vodní díla 19. století, zastavíme se u jedněch z nejdůležitějších a vůbec nejvyužívanějších až do dnešních dob –Suezský průplav v Egyptě a Panamský průplav ve střední Americe. Tyto projekty bychom mohli v našich končinách porovnat s plány na průplav Dunaj – Odra a následně Dunaj – Odra – Labe, které však nebyly nikdy uskutečněny.[3]

### 1.1.3. Dvacáté století

Největších zásahů, staveb a vodohospodářských objektů bylo na našem území zbudováno právě ve dvacátém století. Důvodem byly jak industriální potřeby, tak potřeby společensko-ekonomické. Ideál vodního hospodářství byl formulován jako využití přirozených hydrologických celků, kde by srážková voda byla využita pro různé účely, zároveň byly vodohospodářské systémy stavěny tak, aby zabránily rizikům přírodních procesů. Docházelo ke stavbám přehrad za účelem energetiky či zásoby vody, narovnávání toků, systémů jezů k splavnosti jednotlivých toků za účelem přepravy zboží či obchodu, ale také již k začátku meliorace, která měla za následek zrychlení odtoku srážek do recipientů. Přejít státní na tzv. těžký průmysl a jeho potřeb v druhé polovině století vedl ke skokovému nárůstu akumulované vody v přehradách. V šedesátých a sedmdesátých letech docházelo k rozsáhlým budováním vodovodních a kanalizačních sítí v rámci zvýšení životní úrovně. V rámci snahy o zemědělskou soběstačnost se prioritou staveb staly meliorace zemědělské půdy. Od šedesátých let se pak jedním z hlavních problémů stalo znečištění vod v důsledku vypouštění velkého množství odpadních vod do toků a malá regulace a snaha státu toto razantně sankcionovat. Vzniklá situace vedla k postupnému nástupu environmentalismu, který znamenal zastavení dalších výstaveb, např. vltavské kaskády nebo revitalizace dalších toků. [16]

## 1.2. Výzvy dneška

Pro komplexnější pochopení konečného přerodu k modrozelené infrastruktuře se následující podkapitoly věnují dnešnímu kontextu a výzvam v oblasti s hospodaření s dešťovou vodou.

### 1.2.1. Urbanizace

Za uplynulé půlstoletí se počet lidí, kteří bydlí ve městech celosvětově zvýšil téměř pětinásobně. Více než polovina světové populace dnes žije ve městech a tento trend nadále pokračuje zejména v méně rozvinutých oblastech světa. V Evropě procento lidí žijících ve městech dokonce dosahuje až k 75 %.[17]

Tento proces se nazývá urbanizace a spolu s ním přicházejí nepříznivé dopady městské aglomerace, zejména kvůli rostoucím záborům městské půdy a nárůstu počtu obyvatel se v řadě evropských měst zintenzivnily různé klimatické dopady, jako jsou vlny veder, povodně a sucha. Vysokou zranitelnost měst ukazují například povodně v okolí Labe v roce 2002 nebo záplavy městského odvodňovacího systému z roku 2011 v Kodani. [18] Těmto faktorům nepřispívá ani jev tepelného ostrova, kterým trpí takřka veškerá větší urbanizovaná města, tedy vyšší teplota vzduchu v hustě zalidněných částí měst. [19]

### 1.2.2. Změna klimatu

Rok 2023 se dá považovat za dosud nejteplejší rok v historii měření. Pokud jej srovnáme s obdobím 1850 až 1900, tedy s lety před industriální dobou, je globální teplota o 1,48 °C průměrně vyšší.[20] Konkrétně v České republice se průměrná teplota jen od roku 1961 zvýšila o 2,2 °C. Nejrychleji se oteplujícími měsíci se staly červenec, srpen, prosinec a leden, naopak nejméně září či říjen. Důsledkem těchto teplotních změn je úbytek sněhu, a tedy menší zásoba vody v něm, vlny veder, zvýšený odpar kvůli vyšším teplotám v letních měsících nebo dřívější kvetení vegetace. Alarmující také může být zjištění, že v ČR je nárůst teploty až dvojnásobný oproti nárůstu světové průměrné teplotní anomálie. [21]

O této problematice a nutnosti nalézt efektivní řešení a mít adekvátní nástroj pro sbírání dat byla uskutečněna první světová klimatická konference ve švýcarské Ženevě ve dnech 12.–23. 2. 1979. Jejím výsledkem bylo, že se Mezinárodní rada vědeckých svazů a program OSN pro životní prostředí UNEP domluvily na vzniku skupiny pro vytvoření Světového klimatického programu, rozvoj systémů předpovědí, informování a vytváření projekcí vývoje klimatu. Tato skupina se setkala taktéž v roce 1985 a 1987, což dalo roku 1988 vzniknout mezivládnímu vědeckého poradenského orgánu IPCC. [21]

Dalším milníkem se stala konference v brazilském Rio de Janeiru v roce 1992, na které vznikla klíčová a stále platná Rámcová úmluva o změně klimatu neboli UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Úmluva zavazuje 197 států řešit klimatické změny, inventarizovat své emise a účastnit se každoroční konference COP. [22]

V průběhu let následovaly další konference a dohody, např. Kjótský protokol, založení zeleného klimatického fondu (GCF) nebo Pařížská klimatická dohoda. Posledně zmiňovaná je stále platná. Jejím cílem je:

*„Udržení nárůstu průměrné globální teploty výrazně pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a úsilí o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí.*

*Zvyšování schopnosti přizpůsobit se nepříznivým dopadům změny klimatu a posilování odolnosti vůči změně klimatu a nízkoemisního rozvoje způsobem, který neohrozí produkci potravin.*

*Sladění finančních toků s nízkoemisním rozvojem odolným vůči změně klimatu.“*

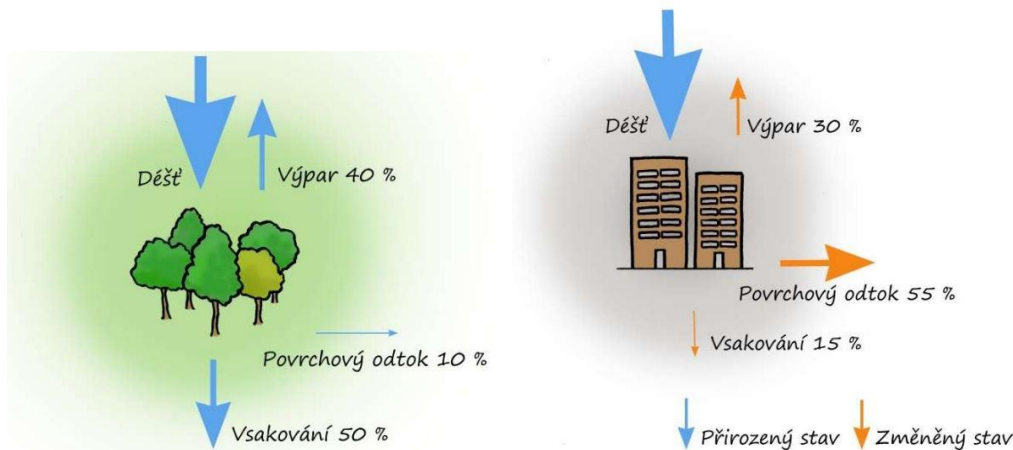
Tato dohoda byla ratifikována 55 zeměmi, které se podílejí na více než 55 procentech emisí skleníkových plynů. V rámci dalších opatření a adaptace na přicházející změny a transformace ekonomiky zavedla Evropská unie tzv. Green deal a evropský klimatický zákon Fit for 55. [21]

Nicméně ani tyto dohody nemají na nastolený trend prozatím žádný vliv a první měření ukazují, že rok 2024 překoná v průměrné světové teplotě i rekord z roku 2023. Vyššími teplotám přispívá také přírodní jev El Niño. [20]

### 1.2.3. Dopad změny klimatu a urbanizace

Změna klimatu nevyhnutelně ovlivní všechny oblasti světa a jednotlivé aspekty našeho života. Uvedme zejména ty, které ovlivní hospodaření s vodou. Územní hrozbou pro střední a východní Evropu, kam patří i Česká republika, bude dopad extrémních teplot. Ty povedou ke snížení kvality vody, protože právě zvýšená teplota vody nastolý příznivé podmínky pro růst bakterií a toxických řas. Snížením množství srážek v letních měsících bude mít za následek zvýšení rizika sucha a větší poptávka po energii. Naopak se zvýší množství srážek v zimních měsících, nicméně kvůli úbytku sněhové pokrývky v důsledku vyšších teplot se v nich srážky nenaakumulují, ale budou odtékat pryč do jednotlivých přílehlých toků. To bude mít za následek větší intenzitu a četnost říčních povodní v zimě a na jaře. Změna dynamiky sněhu a alpských ledovců může vést až k dočasnému nedostatku vody v celé Evropě. Většina evropských řek totiž pramení v horských oblastech a až 40 % sladké vody pochází právě z Alp. [18]

Urbanizací došlo také ke změně poměrů vypaření, odtoku a vsakování dopadlých srážek na městské zástavby oproti původnímu stavu, při kterém se většina vody vsákla do půdy nebo se vypařila a přibližně 10 % bylo odvedeno povrchovým odtokem (viz obr.1). V případě urbanizovaného území se hlavní složkou stal povrchový odtok. Nejvíce klesl podíl vsakování a částečně i složka výparu. Hlavním důvodem zmíněné změny je velký zábor městské půdy infrastrukturou nebo novou výstavbou. Voda tak nemá možnost se vsáknout do půdy ani možnost pro výpar.



Obrázek 1 Změna poměrů srážkové vody ve městě, vlevo oblast před urbanizací, vpravo oblast v aglomeraci [23]

Důsledkem sníženého výparu nedochází k dostatečnému ochlazení okolního ovzduší a jeho nižší vlhkosti. To může vést například ke zdravotním problémům obyvatel měst. Drastickým zvýšením povrchového odtoku dochází k přetížení kanalizačních systémů a nutnosti staveb odlehčovacích komor v případě jednotné kanalizace. Znečištění z komor končí ve vodních tocích, které mohou mít sníženou úroveň hladiny kvůli nedostatku vody v podzemí způsobeného nedostatečným vsakováním vody v urbanizovaném území. Koncentrace nečistot tak ve vodním toku roste a přispívá k dalším nežádoucím účinkům. Z toho je zřejmé, že se tyto jednotlivé negativní vlivy navzájem podporují a umocňují jednotlivé nechtěné dopady. [23]

### 1.3. Podmínky pro vznik modrozelené infrastruktury

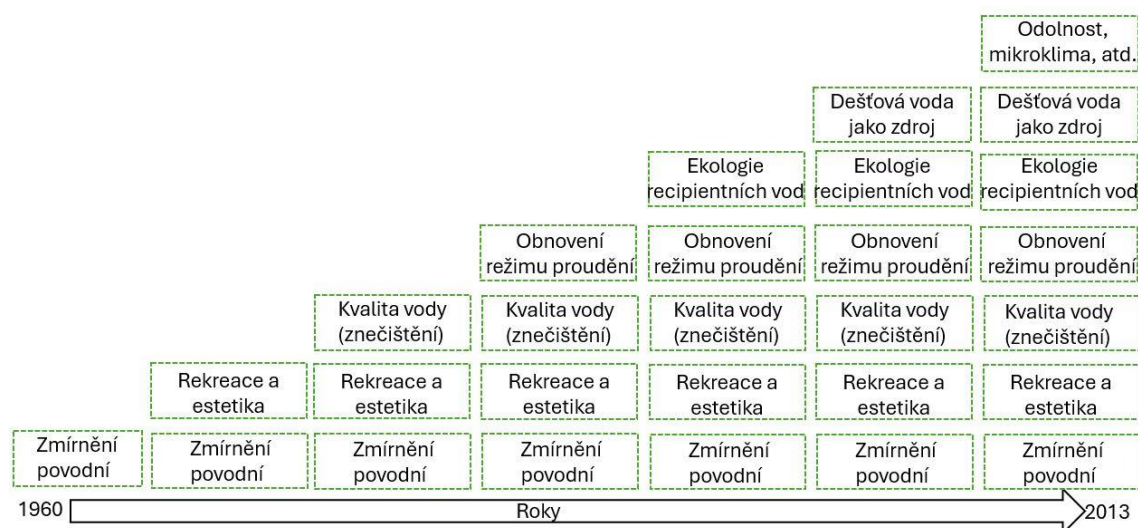
V důsledku výše uvedených klimatických změn začala evropská politika koncem 20. století a hlavně ve 21. století zdůrazňovat potřebu ochrany přírody a adaptaci na zhoršující se klimatické podmínky. Zmínit můžeme Úmluvu Rady Evropy o krajině, která vznikla v roce 2000 a jejímž cílem je podpořit ochranu, péči a plánování v krajině, [24] dále již zmiňovanou Pařížskou dohodu nebo klimatický zákon Fit for 55.

Zároveň je formou evropských fondů, a to konkrétně z Evropského fondu pro regionální rozvoj, poskytována členským státům finanční podpora pro zlepšení kvality života v regionech. To zahrnuje i průběžnou 77. výzvu IROP – zelená infrastruktura SC 2.2, jejíž prioritní osou je zelená infrastruktura měst, obcí a ochrany obyvatelstva. [25]

Hlavním nástrojem Evropské unie je tzv. Zelená dohoda, jehož hlavním cílem je dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050 a snížení emisí skleníkových plynů o 55 % do roku 2023 oproti roku 1990. Prvky zelené či modrozelené infrastruktury jsou využívány v jednotlivých oblastech Zelené dohody, jako je například renovace budov, udržitelné zemědělství a ochrana biodiverzity a ekosystémů. [26]

## 2. Modrozelená infrastruktura

Tato kapitola pojednává o modrozelené infrastruktuře, o jejím významu s hospodaření s dešťovou vodou (dále již jen HDV), jednotlivých prvcích a možnostech jejího využití pro adaptaci na změnu klimatu. Důvodem pro vytvoření komplexního nástroje, jako je modrozelená infrastruktura, jsou nároky na městskou dešťovou infrastrukturu, které se za posledních padesát let výrazně navyšovali viz obr. 2 a přibývaly nové potřeby od prvních bezpečnostních nároků na zmírnění povodní po udržení si kvality vod až po odolnost a mikroklima dané oblasti. Tyto aspekty a sofistikovanost může právě modrozelená infrastruktura nabídnout.



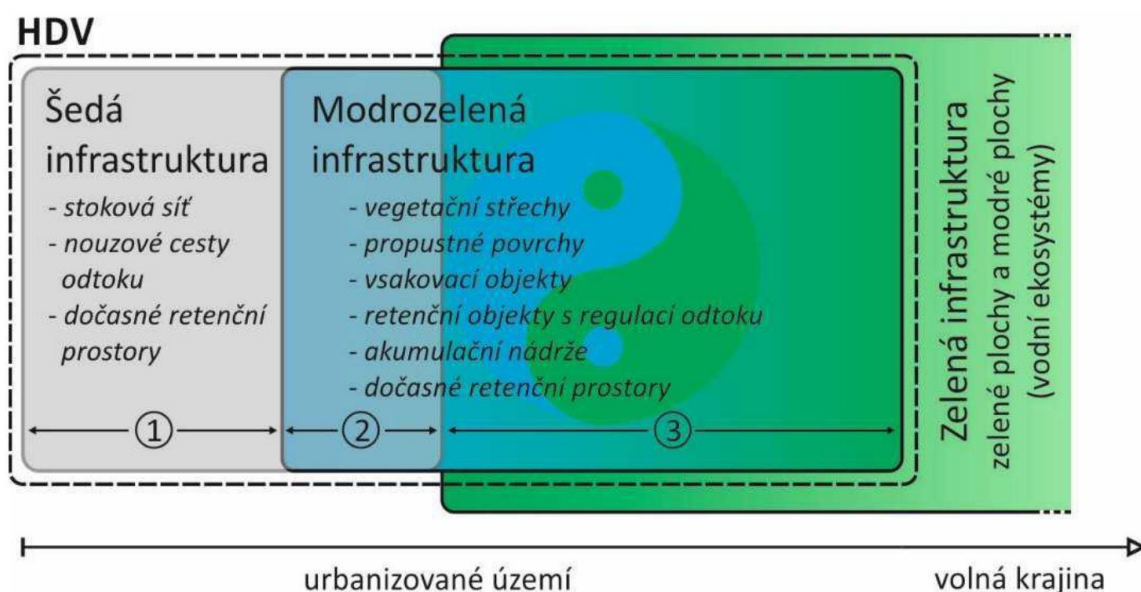
Obrázek 2 Rostoucí integrace a sofistikovanost městské dešťové vody [27]

### 2.1. Definice modrozelené infrastruktury

Pro lepší definici modrozelené infrastruktury (dále již jen MZI) vydefinujeme zároveň i zelenou a šedou infrastrukturu, jelikož určité jejich prvky MZI zahrnuje a jejich prolnutí můžeme vidět na obr.3. [28]

Zelenou infrastrukturu (dále jen ZI) jako pojem zavedla Evropská komise ve svém dokumentu EU Biodiversity Strategy to 2020 již v roce 2011, kde mezi hlavní opatření do roku 2020 komise udává, že ekosystémy budou udržovány a posíleny za pomoci zřízení ZI a obnovou nejméně 15 % degradovaných ekosystémů, dále že Evropská komise vypracuje do roku 2012 strategický plán, která jednotlivým členským státům pomůže se zaváděním ZI v městských a venkovských oblastech. [29]





Obrázek 3: Vztah HDV k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [32]

Samotnou definici ZI následně Evropská komise uvedla ve svém sdělení v roce 2013 se závěrem, že ZI dokáže výrazně napomoci některému z klíčových politických cílů EU k udržitelnému rozvoji, a zároveň uvedla důvod, proč by i jednotlivé členské státy měly zavedení ZI podpořit. Definice ZI dle sdělení Evropské komise je konkrétně strategicky „plánovaná síť přírodních a polopřírodních oblastí s rozdílnými environmentálními rysy, jež byla navržena a je řízena s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb. Zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech. Na pevnině se zelená infrastruktura může nacházet ve venkovských oblastech i v městském prostředí.“ [30]

Šedou infrastrukturu můžeme definovat jako specializovaná, statická či omezeně flexibilní stavebně-technická opatření bez přesahu do dalších oblastí zranitelnosti či bez vedlejších přínosů. Můžeme do ní zařadit permanentní či mobilní protipovodňové bariéry, stokové sítě a dočasné retenční prostory.[31]

Ministerstvo životního prostředí si v roce 2019 nechalo vytvořit analýzu pro HDV, kde MZI definuje jako „soubor přírodních a technických opatření, která propojují srážkový odtok s vegetačními a vodními prvky v sídlech za účelem podpory přirozeného lokálního koloběhu vody, zvýšení ochrany jakosti vod, zlepšení mikroklimatické funkce zeleně a dalších ekosystémových služeb“. [32] Dále ministerstvo životního prostředí uvádí, že MZI bere jako specifickou infrastrukturu v rámci hospodaření s dešťovou vodou, která využívá prvky ekosystémových a technických opatření pro snížení negativních dopadů urbanizace a změny klimatu. Zároveň přiznává, že ani obšírná definice ZI nedokáže pojmut veškeré funkce, které se od MZI ve vztahu k HDV očekávají. [33]

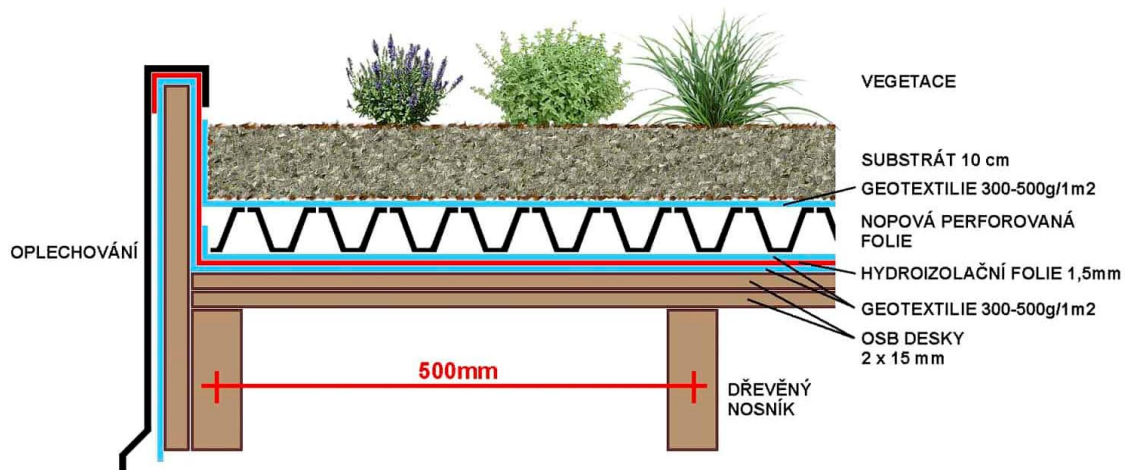
## 2.2. Objekty MZI

V této podkapitole jsou popsány základní objekty MZI pro hospodaření s dešťovou vodou. Ty můžeme rozdělit na prvky bez přívodu srážkového odtoku z jiných ploch a na ty s přívodem srážkového odtoku a dále dle jejich funkcí, jako je výpar, vsak nebo zpomalení odtoku.

### 2.2.1. Střechy s retenční vrstvou

Mezi tyto střechy můžeme zařadit střechy s vegetační vrstvou, tak i ty bez vegetace, jen s pórovým materiálem s retenční schopností, které mohou být doplněny akumulací vrstvou (viz. obr. 4). Zejména díky zmiňované vegetační vrstvě přispívají takové střechy ke snížení zpomalení srážkových odtoků. Voda se následně odpaří, a to přispívá k ochlazení ovzduší a zlepšení mikroklimatu v dané lokalitě. Využití má taktéž vysoká izolační schopnost vegetační střechy, díky které se náklady na zateplení a následné vytápění budovy sníží. [34]

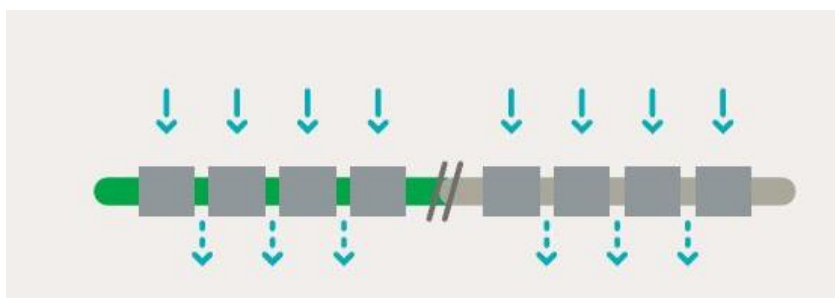
Další využití zelených střech je jejich osazení solárními panely, které přináší určitou synergii mezi těmito prvky. Díky výparu vody z povrchu vegetační vrstvy dochází k ochlazení panelů a díky snižujícímu se tepelnému zatížení dochází ke zvýšení výkonu až o 5 % a k prodloužení životnosti. Stín vrhaný panelem naopak pomáhá vegetaci ke snížení přímého světla a chrání je tak před spálením od slunce.[35]



Obrázek 4 Profil retenční střechy osazené vegetací [36]

### 2.2.2. Zpevněné propustné povrchy

Cílem těchto povrchů je prevence srážkového odtoku u zdroje. Může docházet i k jeho částečnému čištění během průsaku jednotlivými vrstvami. Materiálem propustných povrchů je například propustný asfalt či beton (viz obr.5). K zelenějším propustným povrchům patří například štěrkový trávník nebo zatravněné voštinové rošty. U ploch s nepropustným materiálem můžeme využít k propuštění srážek spáry osazené vegetací nebo bez vegetace vysypané propustným materiálem. Srážková voda je následně z nižších vrstev plochy odváděna drenážemi nebo vsakována. [34]



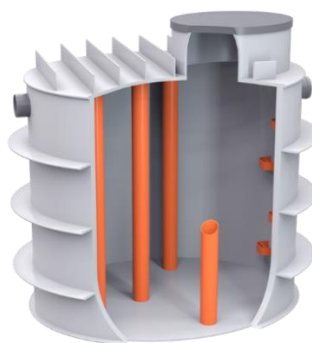
Obrázek 5 Zpevněný propustný povrch vsakovací[34]

### 2.2.3. Akumulační nádrže

Voda, která nebyla zachycena na střeše, a stejně tak voda z nepropustného povrchu může být pro další hospodaření odvedena do akumulace (viz obr.6). Nádrže mohou být nadzemní nebo podzemní a mají před vstupem filtrační systém k zachycení nechtěného odpadu. [34]

Od roku 2017 Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci se Státním fondem životního prostředí vypisuje dotační program i na výstavbu akumulací nádrží „Dešťovka“. Výše dotace se určuje podle následného využití dešťové vody ve třech kategoriích, a to:

1. akumulace srážkové vody pro zálivku zahrady;
2. akumulace srážkové vody pro splachování WC a zálivku zahrady;
3. využití předčištěné odpadní vody s možným využitím srážkové vody. [37]



Obrázek 6 Podzemní akumulace nádrže[38]

## 2.2.4. Průlehy

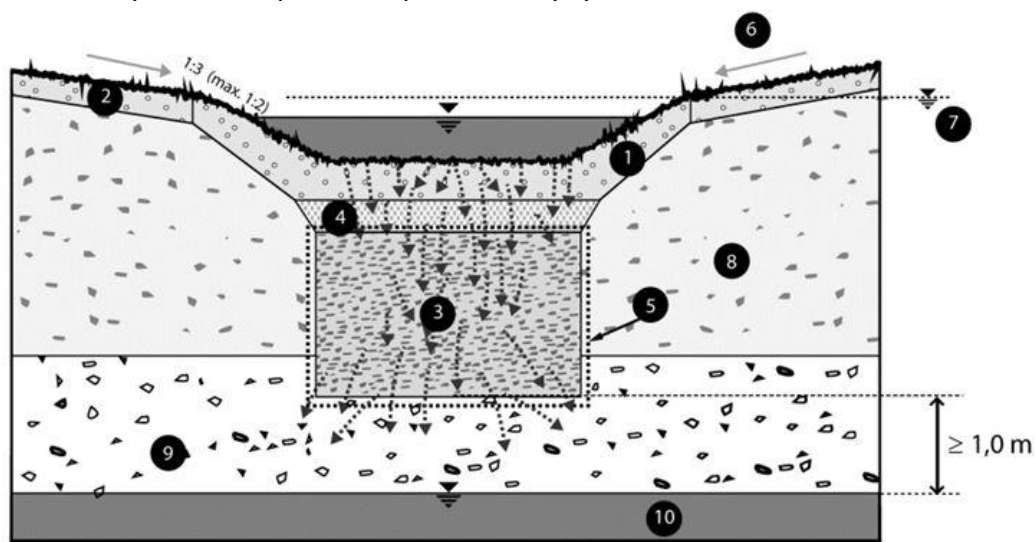
Průleh je „mělce tvarovaná prohlubeň v terénu (povrchové vsakovací zařízení) určená k vsakování srážkové povrchové vody s krátkodobou povrchovou retencí.“ [39]

Mohou být osazeny zařízením pro regulovaný odtok nebo mít čistě vsakovací funkci. Voda se časem v průlehu vypařuje a část je filtrována přes půdní filtr do půdy nebo do regulovaného odtoku. Průlehy mohou být osazeny travinou či dalšími prvky, např. stromy, keři atd. [34]

## 2.2.5. Rýhy

Rýhy můžeme rozdělit na povrchové a podpovrchové. Obě jsou tvořeny retenčním prostorem vyplněným štěrkovým materiálem, v případě podpovrchových rýh i prefabrikovanými bloky. Bývají zpravidla navrhovány jako liniové, popřípadě i jako plošná varianta. Mohou sloužit čistě jen pro vsakovací účely nebo být doplněny regulovaným odtokem či mohou sloužit pouze pro regulovaný odtok. Oba druhy rýh mají omezenou čisticí funkci a kvůli riziku kolmutace se doporučuje předčištění srážkového přítoku před rýhou. [34]

Podzemní rýhy zároveň můžeme kombinovat společně s průlehy (viz obr.7). Mohou být osazeny regulovaným odtokem nebo využity jen pro vsakování. Bezpečnostní přeliv u průlehu může být zaveden přímo do podzemní rýhy. [34]



- 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl.  $\geq 0,3$  m,  $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$  m/s
- 2 - Ohumusování, osetí; tl.  $\approx 0,1$  m
- 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky)
- 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl.  $\geq 0,1$  m,  $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s

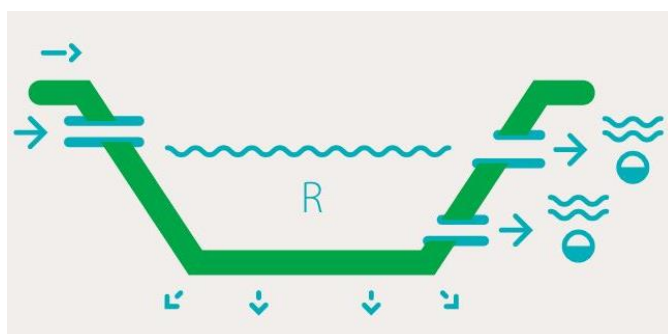
- 5 - Geotextilie
- 6 - Plošný povrchový přítok
- 7 - Max. retenční hladina;  $h \leq 0,3$  m
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí
- 9 - Propustné půdní a horninové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody

Obrázek 7 Vsakovací průleh-rýha[40]

## 2.2.6. Retenční nádrže s regulovaným odtokem

Mohou být povrchové i podzemní. Hlavní funkcí povrchových nádrží je zadržení a zpomalení srážkového odtoku a případně i jeho vsak. Mohou být osazeny regulovaným odtokem nebo můžou mít pouze retenční funkci (viz obr.8). Jejich součástí je půdní filtr s vegetační krytím, který plní filtrační účel. Díky osazení vegetace v nádrži je voda přirozeně čištěna. Může tvořit umělé mokřady, které podporují biodiverzitu a tvoří habitat pro rozmanité druhy. Pro odstraňování usaditelných látek můžeme vybudovat oddělený usazovací prostor na začátku nádrže. U povrchových nádrží se voda přirozeně vypařuje, a ochlazuje tak okolí. [34]

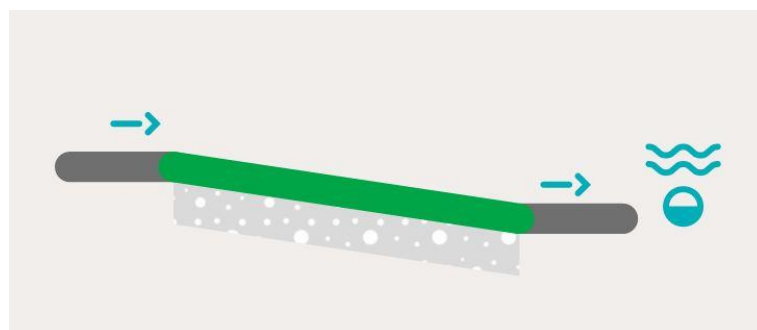
Podzemní retenční nádrže mají pod úrovní terénu retenční prostor, který se vyprazdňuje za pomoci regulovaného odtoku. V předsazeném usazovacím prostoru probíhá sedimentace usaditelných látek. Oproti povrchovým nádržím nemají již další funkci. [34]



Obrázek 8 Povrchová retenční nádrž s regulovaným odtokem [34]

## 2.2.7. Plochy pro vsakování

Jsou to takové plochy, které jsou určeny ke vsakování srážkových vod z okolních ploch. Jedná se buďto o stávající zeleň nebo uměle vykonstruované plochy s vhodným půdním filtrem bez retenčního prostoru (viz obr. 9). Takto vsakovaná voda je zároveň čištěna půdním filtrem nebo vegetací. [34]



Obrázek 9 Plocha pro vsakování [34]

### 2.3. Benefits MZI

Využití prvků MZI může mít pozitivní vliv na své okolí na lokální úrovni, zejména pak s využitím vegetačních vrstev u prvků, kde je tato možnost k dispozici. Výpar, který z nich probíhá, ochlazuje okolí a přispívá ke zlepšení mikroklimatu. Díky vsaku dešťové vody v místě srážky přispíváme k doplňování podzemních vod a snižujeme účinky sucha. U průlehubů či zelených střech dochází ke zpomalení odtoku dále do recipientu. Zbude tedy více času pro výpar a případný vsak a v širším měřítku nemusí docházet k neregulovaným odtokům, což zmírňuje riziko povodní a pomáhá ke snížení nároků na kanalizační systémy. Zároveň voda, která protékla přes kořenový systém vegetační vrstvy nebo přes drenážní vrstvu, je již vyčištěna od prvotních nečistot. [40]

MZI také zvyšuje biologickou rozmanitost v daném místě a regionální propojení stanovišť. [41] K dalším přínosům patří uvolnění kapacity stok a čistíren pro další rozvoj obce, snížení poplatků za odvádění srážkových vod do stok a zvýšení soběstačnosti se zásobováním vody pro závlahu obecních pozemků. [32]

## 3. Koncepce a návrh systému HDV

V ideálním případě je hospodaření se srážkovou vodou řešeno již na začátku architektonického a technického návrhu území nebo stavby a koordinováno se všemi dotčenými profesemi v rámci řešené stavby (primárně s architekty, urbanisty, vodohospodáři a krajinnými architekty). Při konkrétním návrhu a koncepci HDV musíme dbát na tři základní složky, které si následně objasníme:

1. priority způsobů HDV;
2. místní podmínky v řešeném území;
3. pravidla pro volbu objektů HDV;

### 3.1. Priority způsobů HDV

Tyto priority vycházejí z principů HDV pro Prahu a z právního rámce HDV v ČR. Hlavním cílem je minimalizování srážkového odtoku přímo u zdroje. V rámci řešeného území nebo stavby musí být kladen důraz na co nejmenší počet nepropustných povrchů, a naopak je nutné maximalizovat vegetační propustné povrchy s keři a stromy. Při požadavku na zpevněný nepropustný povrch by prioritně měly být využívány povrchy s propustěmi nebo s vegetací. V případě střech je možnost využít střechy s vegetační vrstvou. V rámci odvádění srážkového odtoku z daného území je na prvním místě akumulace srážkových vod pro její následné využití nebo její distribuce k vegetačním prvkům umístěných v lokalitě či v případě vhodné propustnosti, vsakování srážkových vod do půdního a horninového prostředí. Pokud ani jedna z těchto možností není proveditelná přistupuje se ke vhodné retenci srážkových vod a následného odtoku do blízkých povrchových vod v okolí stavby. Pokud se v blízkosti žádné vhodné povrchové vody nenachází může stavebník přejít k poslední možnosti, a to k zadržení srážkových vod a zajištění následného regulovaného odtoku do přilehlé dešťové či jednotné kanalizace. Tyto priority jsou posuzovány v daném pořadí, a to zejména na základě přístupnosti a proveditelnosti. Proveditelnost nám odpovídá na otázku, zda je dané technické řešení možné realizovat. Hlavním kritériem přístupnosti je ochrana podzemní a povrchové vody a půdy a odpovídá na otázku, zda srážkový odtok neohrožuje příjemce. Vždy pro postoupení od vyšší priority k nižší musí být daná priorita buďto nepřístupná nebo neproveditelná. Za pomoci tohoto pravidla můžeme vytvořit hierarchii priorit při návrhu způsobu HDV, kdy nejvyšší prioritou je minimalizace nepropustných povrchů, propustné zpevnění povrchů, realizace retenčních střech a odvádění vody k vegetačním prvkům nebo vsaku vody do půdy. Pokud jsou tyto priority nepřijatelné či neproveditelné, uvažujeme další technická řešení, od kombinace vsaku a regulovaného odtoku do povrchových vod až k poslednímu řešení, jímž je regulace odtoku do jednotné kanalizace. [34]

## 3.2. Místní podmínky v řešeném území

Pro adekvátní, sofistikovaný a přiměřený technický návrh systému HDV v dané oblasti je potřeba nezanedbat pečlivou analýzu území. Tou zjistíme potenciál a limity území pro přesnou aplikaci systému HDV. Pokud by se analýza zanedbala nebo byla chybná, následné důsledky by mohly vést ke zvýšení nákladů na systém.

*„Je nutné provést následující analýzy:*

- *analýza možností minimalizace nepropustných povrchů a realizace střech s retenční vrstvou za účelem snížení množství srážkového odtoku u zdroje;*
- *analýza možností užívání srážkové vody v území či jeho okolí;*
- *analýza členitosti a sklonových poměrů území za účelem zjištění přirozených tras srážkového odtoku;*
- *průzkum stávající vegetace, stromů, biotopů a vodních ploch za účelem jejich možnosti propojení se systémem HDV;*
- *analýza typů povrchů s ohledem na jejich potenciální znečištění za účelem posouzení rizik zaústění do příjemce srážkových vod a zvolení vhodného způsobu předčištění a čištění srážkové vody;*
- *geologický průzkum za účelem posouzení možnosti vsakování;*
- *analýza stávajícího vodního režimu 13 území za účelem identifikace potenciálu a limitů pro HDV, které stávající vodní režim území představuje;*
- *analýza dostupnosti povrchových vod a stávajícího systému odvodnění za účelem posouzení možnosti zaústění srážkového odtoku do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace;*
- *analýza technické a dopravní infrastruktury za účelem identifikace potenciálních konfliktů s HDV;*
- *analýza struktury zástavby a kvality urbánního prostředí za účelem zjištění potenciálu a limitů pro aplikaci HDV;*
- *analýza majetkoprávních vztahů v území za účelem správného nastavení správy objektů HDV;*
- *posouzení vlivu umístění objektů HDV na stávající stavby za účelem bezpečného návrhu HDV.“ [34]*

Nicméně i zde je potřeba přihlédnout k nutnosti jednotlivých analýz. Každý projekt je unikátní a vyžaduje různé stupně podrobnosti veškerých výše uvedených analýz, které by mohly být v případě vysokého stupně podrobnosti finančně náročné. Vždy je tak potřeba důkladná mezioborová komunikace a koordinace.



### 3.3. Pravidla pro volbu objektů HDV

Každý objekt má svá daná pravidla pro svůj návrh a využití, nicméně existují tři obecné zásady:

- volba takových objektů obsahující co nejvíce zeleně pro podporu výparu a ochlazování prostředí;
- výběr vhodných objektů k posílení biodiverzity a zvýšení estetiky místa k rekreačním možnostem dané oblasti;
- respektování historie místa. [34]

Možné objekty HDV můžeme rozdělit dle skupin:

- objekty pro snížení odtoku u zdroje – zpevněné propustné povrchy;
- objekty pro snížení odtoku u zdroje a podporu výparu – střechy s retenční vrstvou;
- objekty pro akumulaci a užívání srážkové vody;
- objekty pro vsakování;
- objekty pro vsakování v kombinaci s regulovaným odtokem do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace;
- objekty s regulovaným odtokem do povrchových vod;
- objekty s regulovaným odtokem do jednotné kanalizace.

Skupiny se následně mohou dále dělit na jednotlivé objekty, které se liší podle jejich konkrétní realizace a mají svá pravidla pro návrh. [34]

Při návrhu konkrétních objektů HDV musíme vycházet z obecných priorit HDV a koncepce lokality, kde objekt projektujeme, abychom mohli vybrat takový objekt, který bude podporovat danou funkci systému HDV. Prioritou je akumulace srážkových vod, vsakování do podzemních vod nebo regulovaný odtok do recipientu vždy podle přístupnosti a proveditelnosti.

Vhodnými objekty se vždy snažíme reagovat na problematiku dané lokality, kterou může být např. adaptace na sucho, ochrana příjemce před znečištěním z povrchových polutantů či nechtěných částic (viz obr. 10 z TNV 75 9011), zmírnění letních vln veder nebo nedostatek vody pro zálivku. Dle toho volíme patřičné retenční střechy, propustné

povrchy, akumulční nádrže či jiné vhodné objekty HDV na základě parametrů a provedení místních průzkumů a analýz.

Typ plochy	Způsob vsakování						
	Povrchové vsakování					Podzemní vsakování	
	Přes zatravněnou humusovou vrstvu			Přes nesouvisle zatravněnou humus. vrstvu	Bez zatravněné humusové vrstvy		
	Plošné $A_{pod}/A_{vsak} \leq 5$	Decentrální $5 < A_{pod}/A_{vsak} \leq 15$	Centrální $A_{pod}/A_{vsak} > 15$	Plošné	Plošné	Liniové a plošné	Bodové
Široké plochy a zatrav. příkopy	Průlehy a průlehy-rýhy	Systém průlehy, vsakovací nádrže	Zatravnovací tvárnice	Propustné zpevněné povrchy	Štěrky, příkopy, potrubí, rýhy, prostory vyplněné štěrky/bloky	Vsakovací šachty	
Vegetační střechy extenzivní	++	++	++	o	o	++	++
Vegetační střechy intenzivní	++	++	++	o	o	-	-
Střechy a terasy z inertních materiálů	++	++	++	o	o	++	+
Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m <sup>2</sup>	++	++	+	o	o	+	+
Komunikace pro chodce a cyklisty	++	++	+	+	+	+	-
Málo frekventovaná parkoviště os. aut	++	++	+	+	+	-	-
Málo frekventované pozemní komunikace <sup>a</sup> (příjezdy k domům)	++	++	+	+	+	-	-
Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m <sup>2</sup> až 500 m <sup>2</sup>	++	++	+	o	o	-	--
Středně frekventované pozemní komunikace <sup>b</sup>	++	++	+	--	--	--	--
(Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	++	+	+	-/-	-/-	--	--
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m <sup>2</sup>	++	+	+	o	o	--	--
Vysoce frekventované pozemní komunikace <sup>c</sup>	++	+	+	--	--	--	--
Plochy u skladišť, manipulační plochy	+/-/-	-/-	--	--	--	--	--
Komunikace zemědělských areálů	+/-/-	-/-	-	--	--	--	--
Parkoviště nákladních aut <sup>d</sup>	--	--	--	--	--	--	--

++ přípustné  
 + zpravidla přípustné, popřípadě vhodné předčištění  
 - problematické, nutné předčištění  
 -- nepřípustné, nevhodné způsoby uvedenými v této tabulce; vody z těchto ploch mohou být ve výjimečných případech vsakovány po splnění požadavků článku 5.1.2.4.  
 o nepoužívá se  
 / až  
 a, b, c, d viz tabulka A.1

Obrázek 10 Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod[42]

Pro co nejlepší vytvoření návrhu HDV, který by dokázal plnit svoji funkci i v budoucnu, je také zapotřebí součinná práce a domluva s místními úřady – výhodou je znát územní plán obce a vědět o širším konceptu hospodaření s dešťovou vodou. V neposlední řadě je výběr objektu HDV dán také finanční náročností stavby. [32] [34]

## 4. Legislativní ukotvení HDV

Na úrovni národního rámce nám povinnost pro nakládání se srážkovou vodou ze staveb dle principů HDV definuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a vyhláška ke stavebnímu zákonu č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území a č. 268/2009, o technických požadavcích na stavby, nicméně jeho propojení se zelenou infrastrukturou a MZI na úrovni obcí je stále na úrovni doporučení. [32]

Zákon č. 254/2001 Sb., § 5, odst. (3)

*„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání ...*

*Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážková voda“) akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.“*

Zákon č. 501/2006 Sb., § 20, odst. (5), písm. c)

*„Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno ... c) hospodaření se srážkovými vodami jejich*

- 1. akumulací s následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,*
- 2. odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich akumulace s následným využitím, vsakováním nebo výparem není možná, nebo*
- 3. regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových.“*

Zákon č. 268/2009 Sb., § 6, odst. (4)

*„Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.“*

Zákon č. 283/2021 Sb., § 10, odst. (1), písm. c)

*„Veřejnou infrastrukturou se v tomto zákoně rozumí pozemky, stavby a zařízení sloužící veřejné potřebě, a to...c) zelená infrastruktura, kterou je plánovaný, převážně spojitý systém ploch a jiných prvků vegetačních, vodních a pro hospodaření s vodou, přírodního a polopřírodního charakteru, které svým cílovým stavem umožňují nebo významně podporují plnění široké škály ekosystémových služeb a funkcí; součástí zelené infrastruktury je také územní systém ekologické stability krajiny,“*

Dle Analýzy dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích

*„Ize konstatovat, že jsou stanovena závazná pravidla pro novou výstavbu, některé změny staveb a změny jejich využití, je však třeba podporovat jejich systematické uplatňování ze strany projektantů a důslednou kontrolu ze strany vodoprávních a stavebních úřadů při jimi vedených řízeních.“ [32]*

Pro zavedení principů HDV na úroveň obcí jsou zpracovány strategické dokumenty a řada státních politik. Je to například Politika územního rozvoje České republiky, která ve svém aktuálním znění promítá principy HDV a je závazná pro pořizování a vydávání územních rozvojových plánů obcí. Dále je k dispozici Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, která zdůrazňuje implementaci a HDV a její propojení se zelení pro adaptaci urbanizovaných území. Nicméně i přes všechny tyto strategie a politiky neexistuje ucelený soubor podkladů a dokumentů, podle kterého by obce mohly HDV zavádět do svého plánu, a tedy realizace je závislá pouze na nich bez další pomoci. [32]

## 5. Cíl práce

Praktická část se věnuje seznámení se a testování webové aplikace HDVAsist na konkrétních příkladech systému HDV, které jsou vydefinovány v jedné z následujících kapitol, a jejich kontrole za pomoci manuálního výpočtu dle platných norem. Postup v praktické části byl zvolen následující:

- **Seznámení se s webovou aplikací HDVAsist,**
- **vydefinování modelových příkladů,**
- **výpočet modelových příkladů,**
- **zadání tří modelových příkladů do webové aplikace HDVAsist,**
- **vyhodnocení výsledků z HDVAsistu s manuálními výpočty,**
- **protokol o testování aplikace.**

Výsledkem praktické části jsou testovací protokoly z aplikace k jednotlivým modelovým příkladům, porovnání výsledků s manuálním výpočtem, seznam nalezených chyb aplikace a doporučení k jejich opravě i doporučení ke zlepšení uživatelského rozhraní a celkové zhodnocení webové aplikace HDVAsist.

## 6. Cíl práce

Tato kapitola je věnována podrobnému popisu metodik a materiálů, které byly k bakalářské práci využity. Jednotlivé kapitoly se věnují konkrétním problematikám, které byly vydefinovány v cílech práce.

Můj postup v praktické části se skládal z několika na sebe navazujících kroků. Po zaregistrování se v aplikaci a udělení přístupu od správce mým prvním krokem bylo seznámení se s **webovou aplikací HDVAsist**, prozkoumání jejího rozhraní, zkoušení jednotlivých modulů, prostudování si sepsané uživatelské příručky a s její pomocí vytvořit první zkušební projekt dle návodu v ní.

Druhým krokem bylo konkrétní **vydefinování modelových příkladů** tak aby byl každý svým rozsahem odlišný a kladl různé nároky na možnosti webové aplikace. Jedná se o systém HDV u rodinného domu (dále již jen RD) v obci Obříství, v Technické ulici v Praze 6 Dejvicích a na Ústředním hřbitově v Brně. Příklady byly zvoleny za pomoci vedoucího práce a jedná se o reálné projekty systémů HDV. Podklady k modelovému příkladu HDV v Technické ulici a Ústředního hřbitova mi byly poskytnuty vedoucím práce a data k rodinnému domu jsem si stanovil na základě vlastního průzkumu lokality a získání informací z dostupných zdrojů.

Třetím krokem byl vlastní manuální **výpočet modelových příkladů**. Ze získaných dat z druhého kroku jsem byl schopen provést výpočty u příkladu RD v Obříství a u systému HDV v Technické ulici, které zahrnovaly využití metody bilance s blokovými dešti OST-B a měsíční bilance AN-M. Výpočet systému HDV Ústředního hřbitova v Brně by byl řešen jednoduchou simulací OST-JS, která není předmětem mého bakalářského studia. Proto tento systém nebyl v rámci bakalářské práce vypočítán a bude hodnocen pouze z výsledků webové aplikace.

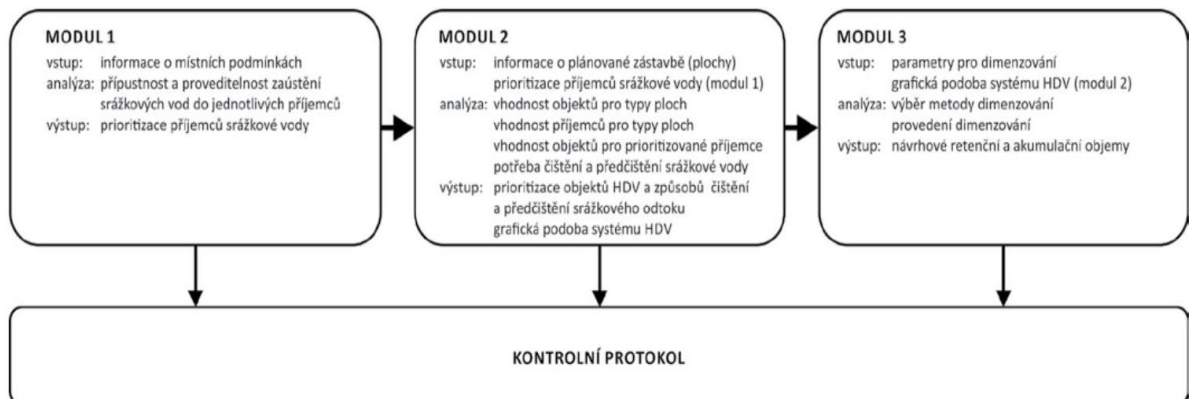
Čtvrtý krok zahrnoval **zadání tří modelových příkladů do webové aplikace HDVAsist**. Ke každému příkladu byl vytvořen vlastní projekt a veškeré potřebné parametry byly následně zadávány do jednotlivých modulů aplikace. Výsledkem je protokol vytvořený samotnou aplikací ke každému ze tří příkladů. Tyto protokoly jsou v příloze C.

V pátém kroku bylo provedeno **vyhodnocení výsledků z HDVAsistu s manuálními výpočty**, jejich vzájemné porovnání a diskutovat o jejich rozdílu, pokud by nějaký vznikl.

Posledním krokem bylo testování celé webové aplikace, které probíhalo na pozadí všech předešlých kroků. Výsledkem je **protokol o testování aplikace** s nalezenými chybami a s doporučením, do kterého jsem v průběhu celé své práce zapisoval nově nalezené chyby nebo nápady na vylepšení uživatelského rozhraní. Protokol je v příloze B.

## 6.1. Webová aplikace HDVAsist

Webová aplikace slouží k návrhům a kontrole systému hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území dle platné legislativy a technických norem[40][42]. Při nedostatečně podrobném uvedení v normě je využívána příručka Standardů hospodaření se srážkovou vodou na území hl. m. Prahy[34]. Aplikace dokáže sdílet projekty mezi jednotlivými aktéry stavby a veřejné správy pro jejich kontrolu. Samotná aplikace se skládá ze tří modulů (viz obr. 11).



Obrázek 11 Jednotlivé moduly webové aplikace HDVAsist [45]

### 6.1.1. Modul 1: Vyhodnocení místních podmínek

Modul pracuje na základě místních podmínek přípustnosti a proveditelnosti. Hledá případný potenciál systému s propojením se na stávající vegetaci nebo možnosti akumulace a vsaku do půdního a horninového prostředí v dané lokalitě. Konkrétní parametry stavby nehrají v tomto modulu žádnou roli a neovlivní jeho výsledek. [45] Výstupem prvního modulu je určení vhodných příjemců srážkových vod (viz obr. 12).

- V území existuje potenciál pro přímé odvedení srážkového odtoku k vegetačním prvkům (do vegetační vrstvy půdy)
- V území existuje potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci
- Místní podmínky umožňují vsak srážkového odtoku do půdního a horninového prostředí (M1-V1)
- Místní podmínky neumožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do povrchových vod (M1-PV2)
- Místní podmínky neumožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do jednotné kanalizace (M1-JK2)

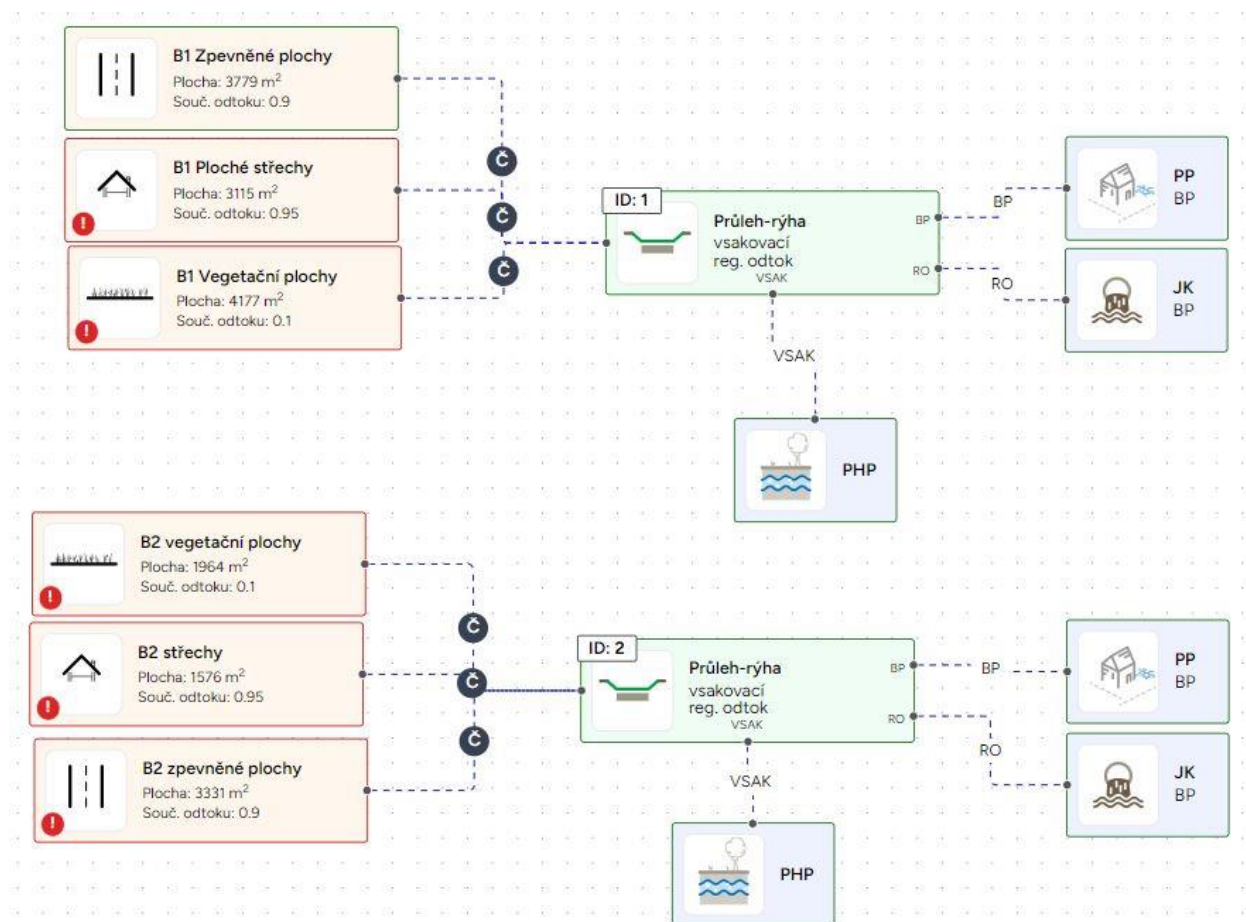
Priority při návrhu systému HDV	
Priorita:	Prioritní je využití vsaku do půdního a horninového prostředí
Regulovaný odtok:	---
Bezpečnostní přeliv:	Bezpečnostní přelivy lze zaústit pouze na povrch pozemku (rizikové)

Obrázek 12 Příklad vyhodnocení modulu 1 u RD v Obříství

## 6.1.2. Modul 2: Koncepční návrh systému HDV

Ve druhém modulu uživatel zadává konkrétní odvodňované plochy projektu se všemi potřebnými parametry, jako je typ plochy (střecha, zpevněná nebo nezpevněná plocha), výměra plochy, součinitel odtoku, stav (stávající či nový), materiál nebo sklon. Na základně vyhodnocení z prvního modulu program uživateli nabídne doporučené objekty HDV a jejich možné příjemce. [45]

Výstupem tak jsou vhodně navržené objekty HDV a mapa projektu v grafickém rozhraní aplikace. V tomto rozhraní je možné vytvořit si schématický diagram daného systému HDV (viz obr.13), na kterém je názorně vidět jednotlivé propojení objektů, jejich předčištěný, vsak a koncový příjemce.



Obrázek 13 Příklad schématu systému HDV v Technické ulici v modulu 2

V tabulce pod samotným diagramem jsou pak k výběru jednotlivé objekty HDV, které jsou rozděleny podle priorit. Kromě grafického propojení jednotlivých ploch na objekty a jejich propojení s koncovými příjímci si aplikace tyto vazby uloží do dalšího modulu pro výpočet a dimenzování objektů.



### 6.1.3. Modul 3: Dimenzování systému HDV

Za pomoci systému navrženého v předchozím modulu, závazných návrhových parametrů a okrajových podmínek dokáže modul 3 dimenzovat jednotlivé objekty. Mezi závazné návrhové parametry patří četnost přetížení, minimální regulovaný odtok, doba prázdnění a mezi okrajové podmínky patří poměr redukované plochy k ploše vsakování a maximální hloubka vody. Aplikace tyto jednotlivé parametry a podmínky využívá v závislosti na typu objektu. [45]

V závislosti na složitosti a struktuře diagramu z předchozí kapitoly, výpočetní rozhraní modulu 3 rozdělí jednotlivé systémy do na sebe nezávislých subsystémů, kde probíhá samotný výpočet a dimenzování objektů. Aplikace uživateli doporučí vhodnou metodu výpočtu v závislosti na zadání a konkrétním objektu.

Modul využívá následující návrhové metody:

- Pro akumulaci a užívání srážkové vody:
  - Roční bilance AN-R
  - Měsíční bilance AN-M
  - Denní bilance AN-D
- Pro vsakování, regulovaný odtok, kombinace:
  - Bilance s blokovými dešti OST-B
  - Jednoduchá dlouhodobá simulace OST-JS

V modelových příkladech byly využity metody měsíční bilance, bilance s blokovými dešti a jednoduchá dlouhodobá simulace OST-JS. Popis těchto metod je uveden v kapitole 6.2. [45] Výstupem v závislosti na druhu objektu jsou návrhové retenční a akumulační objemy, doby prázdnění a potřebná vsakovací plocha (viz obr. 14).

Plocha objektu:	164.09 m <sup>2</sup>
Velikost retence objektu:	164.09 m <sup>3</sup>
Doba prázdnění objektu:	122.81 h
Počet přepadů	0.2 ks/r
Přítok	43026.21 m <sup>3</sup> /r
Odtok	42851.56 m <sup>3</sup> /r
Přepad	174.65 m <sup>3</sup> /r

Obrázek 14 Příklad výstupu dimenzování objektu průleh-rýha v modulu 3 v rámci Ústředního hřbitova Brno

## 6.2. Metodika výpočtu objektů

Tato kapitola obsahuje metodiku výpočtů, která je využita pro dimenzování objektů v jednotlivých modelových příkladech, které byly vydefinované v přecházející kapitole. Jedná se o objekty průleh, průleh-rýha s regulovaným odtokem a akumulací nádrží. Metodiky byly převzaty z normy TNV 75 9011 [40] a ČSN 75 9010 [42], Standardů pro hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy [34] a Metodiky výpočtu objemu akumulací nádrží pro srážkové vody [43] od Operačního programu životního prostředí (dále jen OPŽP), které jsou využívány i webovou aplikací HDVAsist.

### 6.2.1. Vsakovací průleh

Pro dimenzování vsakovacího průlehu je využita metoda bilancí blokového deště. Metoda je založena na bilanční rovnici R.1, která je vyjádřena pro různé trvání blokového deště. Následně hledáme tzv. kritickou dobu deště jenž způsobuje největší nároky na retenční objem průlehu (R.1).

$$V_{R,průleh} = V_{přít} - V_{vsak}, \quad (R.1)$$

kde

$V_{R,průleh}$  je velikost retenčního objemu průlehu [ $m^3$ ],

$V_{přít}$  je velikost přitečeného objemu vody [ $m^3$ ],

$V_{vsak}$  je velikost objemu vsáknuté vody [ $m^3$ ].

Prvním krokem je výpočet redukované plochy  $A_{red}$  (R.2). Před samotným objektem průlehu u RD v Obříství je osazena akumulací nádrž, jejíž bezpečnostní přeliv je zaústěn do průlehu. Při výpočtu redukované plochy  $A_{red}$  zahrnujeme i odvodňované plochy svedené do akumulací jímky, kterou pro tento výpočet uvažujeme jako plnou.

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_{im}, \quad (R.2)$$

kde

$A_{red}$  je redukovaná odvodňovaná plocha [ $m^2$ ],

$A_i$  je půdorysný průmět dílčího typu odvodňované plochy [ $m^2$ ],

$\psi_{im}$  je střední objemový součinitel odtoku dílčího typu povrchu [-], příloha A.

V rámci prvního výpočtu se vsakovací plocha průlehu odhadne na základě doporučené okrajové podmínky poměru regulované plochy ku vsakovací ploše (R.3).

$$\frac{A_{red}}{A_{vsak}} = 15 \rightarrow A_{vsak} = \frac{A_{red}}{15}, \quad (R.3)$$

kde

$A_{vsak}$  je vsakovací plocha objektu [m<sup>2</sup>].

Při tomto poměru se uvažuje součinitel bezpečnosti vsaku jako  $f = 2$ . Následně s předběžně vypočítanou vsakovací plochou je dalším krokem výpočet vsakovacího průtok (R.4).

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} , \quad (R.4)$$

kde

$Q_{vsak}$  je vsakovací průtok [m<sup>3</sup>/s],

$f$  je součinitel bezpečnosti vsaku [-],

$k_v$  je koeficient vsaku zeminy [m/s].

Po výpočtu vsakovacího průtok je vypočítám objem přitečené vody (R.5), objem vsáknuté vody (R.6) s bilanční rovnicí (R.1) pro jednotlivé doby trvání blokového deště.

$$V_{přít} = i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot \frac{t}{10^7} , \quad (R.5)$$

$$V_{vsak} = Q_{vsak} \cdot t , \quad (R.6)$$

$$V_{R,průleh} = V_{přít} - V_{vsak} , \quad (R.1)$$

kde

$i$  je intenzita blokové deště [l/s/ha],

$t$  doba trvání deště [s], příloha A.

Tímto získáme největší nárok na retenční objem průlehu, který odpovídá kritickému dešti. Následuje kontrola okrajových podmínek, a to vyprázdnění 70 % objemu průlehu do 24 hodin (R.7) a maximální hloubka průlehu 0.3 m (R.8).

$$T_{pr} = \frac{0,7 \cdot V_R}{3600 \cdot Q_{vsak}} < 24 \text{ h} , \quad (R.7)$$

$$h_{max} = \frac{V_R}{V_{vsak}} < 0,3 \text{ m} , \quad (R.8)$$

kde

$T_{pr}$  je doba prázdnění retenčního objemu [h],

$h_{max}$  maximální hloubka vody v průlehu [m].

V případě, že by jedna z podmínek nevyšla, je nutné zvětšit vsakovací plochu za pomoci iterace a přepočítat všechny rovnice od R.3. Výsledkem je retenční objem průlehu, doba prázdnění průlehu a maximální hloubka vody v průlehu.

## 6.2.2. Průleh-rýha s regulovaným odtokem

Principem řešení je brát sdružený objekt průleh-rýha jako dva fyzické objekty, které musí plnit jak svojí, tak i sdruženou funkci objektu. Metoda je založena na bilanci blokových dešťů a jsou vypočítány oba objekty s přihlédnutím na jejich sdruženou funkci.

**Metoda výpočtu průlehu** je beze změny totožná s metodou popsanou v kapitole 6.2.1. Pro následnou dimenzi objektu podzemní rýhy je třeba znát velikost retenčního objemu průlehu  $V_{R,průleh}$ . V prvním kroku výpočtu podzemní rýhy se stanoví délka podzemní rýhy na základě stanovené vsakovací plochy průlehu a zvolené šířky podzemní rýhy (R.9).

$$l_{rýha} = \frac{A_{vsak,průleh}}{b_{rýha}}, \quad (R.9)$$

kde

$b_{rýha}$  je zvolená šířka podzemní rýhy [m],

$l_{rýha}$  je délka podzemní rýhy [m].

Druhým krokem je výpočet vsakovaného průtoku (R.10).

$$Q_{vsak,rýha} = k_{v,rýha} \cdot A_{vsak,rýha} = k_{v,rýha} \cdot \left( b_{rýha} + 2 \cdot \frac{h_{max,rýha}}{4} \right) \cdot \left( l_{rýha} + 2 \cdot \frac{h_{max,rýha}}{4} \right), \quad (R.10)$$

kde

$k_{v,rýha}$  je koeficient vsaku zeminy [m/s],

$A_{vsak,rýha}$  je vsakovaná plocha rýhy [m<sup>2</sup>],

$h_{max,rýha}$  je zvolená maximální hloubka vody v rýze [m],

$Q_{vsak,rýha}$  je vsakovaný průleh [m<sup>3</sup>/s].

Po výpočtu vsakovacího průtoku je vypočítán objem přítoku vody (R.5), objem vsáknuté vody (R.11), objem regulovaného odtoku (R.12), bilanční rovnici (R.13) a obestavěný prostor rýhy (R.14) pro jednotlivé doby trvání blokového deště.

$$V_{vsak,rýha} = Q_{vsak,rýha} \cdot t, \quad (R.11)$$

$$V_{reg,rýha} = q_{reg} \cdot t, \quad (R.12)$$

$$V_{R,rýha} = V_{přít} - V_{vsak,rýha} - V_{reg,rýha} - V_{R,průleh}, \quad (R.13)$$



### Metoda výpočtu akumulčního objemu nádrže dle pražských Standartů:

Princip řešení návrhu akumulčního objemu je stanoven na základě vztahu mezi velikostí akumulčního objemu nádrže  $V_A$  a stupněm pokrytí potřeby vody  $C_r$ . Výpočet je proveden pro různé akumulční objemy a výsledný objem se stanoví na základě požadovaného stupně pokrytí potřeby vody  $C_r$ . Pro prvotní výpočet se třeba si vypočítat objem akumulční nádrže  $V_A$  (R.16).

$$V_A = 0,04 \cdot A_{red} = 0,04 \cdot \sum A_i \cdot \gamma_{im}, \quad (R.16)$$

kde

$V_A$  je velikost akumulčního objemu nádrže [ $m^3$ ].

Dalším krokem je výpočet využitelného množství srážkové vody v jednotlivých měsících  $V_{přít,m}$  (R.17) a provozní potřeba (srážkové) vody v jednotlivých měsících  $V_{potř,m}$  (R.18) pro prvotní výpočet.

$$V_{přít,m} = \frac{h_m}{1000} \cdot A_{red} \cdot \eta, \quad (R.17)$$

$$V_{potř,m} = V_{potř,pl,m} + V_{potř,os,m} = V_{potř,pl,d} \cdot n \cdot d + V_{potř,os,d} \cdot n_{os} \cdot d, \quad (R.18)$$

kde

$V_{přít,m}$  je využitelné množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku [ $m^3$ ],

$h_m$  je měsíční srážkový úhrn [mm],

$\eta$  je součinitel ztráty ve filtru [-],

$V_{potř,m}$  je potřeba provozní (srážkové) vody za daný měsíc [ $m^3$ ],

$V_{potř,pl,m}$  je měsíční potřeba provozní vody nesouvisící s osobami [ $m^3$ ] (příloha A),

$V_{potř,os,m}$  je měsíční potřeba provozní vody souvisící s osobami [ $m^3$ ] (příloha A),

$d$  je počet dní v daném měsíci, kdy se provozní (srážková) voda využívá,

$n_{os}$  je počet osob v připojené budově,

$n$  je počet metrů čtverečných.

Dále je spočtena bilance plnění a prázdnění nádrže (R.20) na základě měsíčního srážkového odběru (R.19) a přítoku do nádrže (R.17).

$$V_{odběr,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{potř,m} \\ V_{A(m-1)} \end{array} \right\}, \quad (R.19)$$

$$V_{A,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{A(m-1)} + V_{přít,m} - V_{odběr,m} \\ V_A - V_{odběr,m} \end{array} \right\}, \quad (R.20)$$

kde

$V_{odběr,m}$  je měsíční odběr srážkových vod z akumulční nádrže [ $m^3$ ],

Závěrečným výpočtem je výpočet stupně pokrytí  $C_r$  (R.21) pro zvolený objem  $V_A$ .

$$C_r = \frac{\sum V_{odběr,m}}{\sum V_{potř,m}} * 100, \quad (R.21)$$

kde

$C_r$  je stupeň pokrytí potřeby vody [%].

Výsledný stupeň musí splňovat stanovenou potřebu na stupeň pokrytí a není-li splněna je potřeba objem akumulační nádrže zvětšit. Pro nalezení dostačujícího objemu akumulační nádrže se výše uvedený postup několikrát zopakuje, aby bylo možné zkonstruovat křivku závislosti  $V_A$  a  $C_r$  ze které se odvodí objem nádrže podle stanoveného stupně pokrytí potřeby vody.

### **Metoda výpočtu akumulačního objemu nádrže dle OP ŽP:**

Princip návrhu je proveden na základě vztahu mezi velikostí akumulačního objemu nádrže a efektivitou využití objemu nádrže. Ta vyjadřuje poměr mezi akumulačním objemem nádrže a celkovým odebraným objemem vody za rok. Výsledný objem nádrže se stanoví na základě minimálního požadovaného efektivního využitého objemu nádrže. Pro prvotní výpočet se třeba si vypočítat objem akumulační nádrže  $V_A$  (R.22).

$$V_A = 0,045 \cdot A_{red} = 0,04 \cdot \sum A_i \cdot \gamma_{im} \quad (R.22)$$

Dále vypočítáme využitelné množství srážkové vody v jednotlivých měsících roku na základě rovnice R.17 a měsíční odběr srážkových vod z akumulačního zařízení (R.23).

$$V_{odběr,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{potř,m} \\ V_{A(m-1)} + V_{přít,m} \end{array} \right\} \quad (R.23)$$

Následně je spočten objem srážkové vody v akumulační nádrži na konci daného měsíce (R.24).

$$V_{A,m} = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{A(m-1)} + V_{přít,m} - V_{odběr,m} \\ V_A \end{array} \right\} \quad (R.24)$$

Dalším krokem je výpočet provozní potřeby vody na nemovitosti za daný měsíc dle rovnice R.18, stupeň pokrytí potřeby užitkové vody pro každý zvolený objem dle rovnice R.21 a efektivita využití objemu nádrže pro každý zvolený objem (R.25).

$$E_r = \frac{\sum V_{odběr,m}}{V_A}, \quad (R.25)$$

kde

$E_r$  je efektivita využití objemu nádrže [ $m^3/m^3$ ].

Výsledný objem akumulační nádrže je zvolen podle stanovené efektivity využití objemu nádrže.

### 6.3. Metodika testování HDVAsistu




Pro adekvátní testování webové aplikace bylo, kromě kontroly správnosti výpočtu za pomoci výpočtu systému HDV na třech modelových příkladech, provedeno samostatné testování celé aplikace v plném rozsahu jejího rozhraní.

Byl vytvořen vzorový testovací protokol pro zaznamenání chyb a doporučení uživatelského prostředí. V každém protokolu byly zkoumány jednotlivé části aplikace (úvodní stránka, jednotlivé moduly, nastavení dokumentu atd.).

V protokolu o chybách bylo ke každé části aplikace zapsána chyba (pokud byla nalezena), uvedena závažnost chyby pro fungování aplikace a sepsáno krátké doporučení, jak danou chybu opravit.

Stupně závažnosti byly určeny následovně:

*Tab.1 stupně závažnosti chyb*

	Závažná chyba, která brání správnému fungování aplikace
	Středně závažná chyba, která ale nenarušuje fungování aplikace
	méně závažná chyba, která nenarušuje fungování aplikace

V protokolu s doporučením byly zachyceny, ke každé části aplikace mé osobní poznámky pro zlepšení uživatelského rozhraní, urychlení či zjednodušení zadávání projektů a nápady na zlepšení aplikace jako takové.



## 7. Praktická část

Tato finální kapitola se věnuje vyhodnocení jednotlivých dílčích kroků popsanych v cílech práce v 5. kapitole na základě metodik a materiálů z 6. kapitoly. Snahou kapitoly je strukturovaně zhodnotit, porovnat a okomentovat výsledky praktické části bakalářské práce.

### 7.1. Vydefinování modelových příkladů

Pro adekvátní testování webové aplikace HDVAsist byly vybrány tři modelové příklady, které se navzájem liší svým rozsahem a zadáním tak, aby se mohlo prokázat široké využití webové aplikace v praxi. Tato kapitola se věnuje popisu jednotlivých modelových příkladů a zdůvodnění jejich výběru v rámci testování aplikace. Objekty jsou v následujících podkapitolách vydefinovány jen stručně, podrobný popis a parametry příslušných objektů jsou k nalezení v jednotlivých výsledných protokolech (viz příloha C).

#### 7.1.1. Rodinný dům v obci Obříství

##### **Popis objektu**

Prvním modelovým příkladem pro testování webové aplikace je rodinný dům, který se nachází v obci Obříství v ulici Na Zájezdu 186 na soukromém pozemku o celkové rozloze 1 324 m<sup>2</sup>. Dům je určen pro celoroční obývání čtyřčlenné rodiny. K samotnému objektu RD o ploše střechy 130 m<sup>2</sup> je přistavěna malá přístavba o ploše střechy 8 m<sup>2</sup> a samostatně stojící kůlna o ploše střechy 30 m<sup>2</sup>. Zbylé plochy jsou buďto zatravněné či využívány jako betonový chodník, a nejsou tedy předmětem koncepce.



Obrázek 15 Pohled shora na plochu RD v Obříství

## Účel HDV lokality

Cílem HDV v dané lokalitě je akumulace srážkových vod ze střech od března do září pro domácí potřebu splachování toalety a pro závluku pro intenzivní trávník.

## Technické řešení lokality

Srážková voda ze střech RD a přístavby bude za pomoci okapů a podzemního potrubí svedena do podpovrchové jímky, kde se voda bude akumulovat a čerpat k jejímu následnému využívání. Bezpečností přeliv jímky je zaústěn do vsakovacího průlehu, do kterého je svedena i srážková voda ze střechy kůlny. Voda v průlehu je vsakována do půdního a horninového prostředí a jeho bezpečností přeliv je na povrch pozemku.

### 7.1.2. Technická ulice

#### Popis objektu

Jedná se o část ulice Technická v Praze 6 v Dejvicích mezi ulicemi Studentská a Šolínova, která je obklopena vysokoškolskými budovami ČVUT a VŠCHT. V rámci systému HDV budou řešeny střechy přilehlých budov a propustné a nepropustné povrchy. Objekt je dělen na dva subsystemy B1 a B2. Celkové odvodňované plochy střech subsystemu B1 jsou 3 115 m<sup>2</sup>, vegetační plochy mají rozlohu 4 177 m<sup>2</sup> a zpevněné plochy pak 3 779 m<sup>2</sup>. Celkové odvodňované plochy střech subsystemu B2 jsou 1 576 m<sup>2</sup>, vegetační plochy mají rozlohu 1 964 m<sup>2</sup> a zpevněné plochy pak 3 331 m<sup>2</sup>.



Obrázek 16 Půdorys lokality v Technické ulici

## Účel HDV lokality

Účelem systému HDV v Technické ulici je snížení srážkového odtoku z přilehlých střech a ploch do jednotného kanalizačního systému, jeho retence v kořenových prostorech a částečný vsak do horninového a půdního podloží.

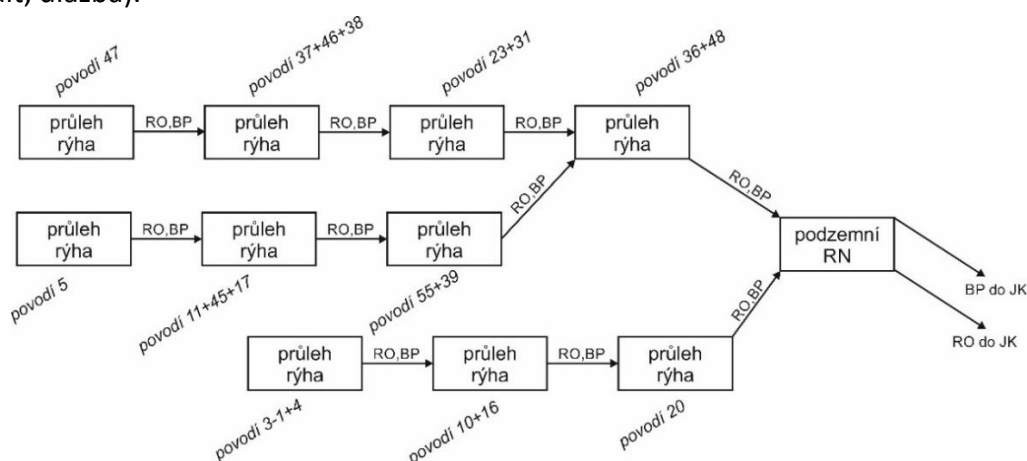
### Technické řešení lokality

Srážková voda ze střech i z nepropustných a vegetačních ploch u obou případech systémů bude přiváděna do sjednoceného objektu průleh-rýha osazeného vegetačním porostem. Samotná rýha je osazena bezpečnostním přelivem zaústěným do podzemní rýhy v případě přetížení systému. Přivedená srážková voda bude primárně vsakována propustným půdním filtrem do podzemní rýhy, přičemž bude docházet k jejímu předčištění. Podzemní rýha bude vyplněna patřičným materiálem, a to buď štěrkem, nebo prefabrikovanou výplní. Rýha bude osazena regulovaným odtokem do jednotné kanalizace a bezpečnostním přelivem ústícím také do jednotné kanalizace.

### 7.1.3. Ústřední hřbitov Brno

#### Popis objektu a jeho parametry

Jedná se o jednu z několika odvodňovacích sekcí Ústředního hřbitova v Brně, který má rozlohu 56 ha. Zadaný úsek se rozděluje do několika ploch, které jsou podrobně vypsány v protokolu webové aplikace, dohromady zabírají plochu o rozloze 24 177 m<sup>2</sup>. Jedná se jak o propustné (trávník, štěrk, štěrkový trávník), tak i nepropustné plochy (náhrobky, asfalt, dlažba).



Obrázek 17 schéma systému Ústředního hřbitova Brno

#### Účel HDV lokality

Hlavním účelem systému HDV na Ústředním hřbitově je regulovaný odtok srážkové vody z daných ploch do podzemní retenční nádrže a následně do jednotné kanalizace.

### Technické řešení lokality

Srážkové vody z jednotlivých ploch budou přiváděny do objektu průleh-rýha, které na sebe jednotlivě navazují a ústí do retenční nádrže hřbitova. Nicméně retenční prostor průlehu je takřka minimální, a proto jej ve výpočtu neuvažujeme. Přivedená srážková voda bude primárně vsakována propustným půdním filtrem do podzemní rýhy, přičemž bude docházet k jejímu předčištění. Podzemní rýha bude vyplněna patřičným materiálem, a to buď štěrkem, nebo prefabrikovanou výplní. Retenční nádrž bude osazena regulovaným odtokem a bezpečnostním přelivem do jednotné kanalizace.

## 7.2. Výpočet modelových příkladů

V této kapitole dochází k výpočtu navržených objektů HDV dle metodik popsaných v kapitole 6.2, pro jednotlivé modelové příklady z 7.1.

### 7.2.1. Výpočet systému HDV RD v Obříství

Systém HDV RD v Obříství obsahoval dva objekty. Akumulační nádrž pro domácí spotřebu a závlivu trávníku, do které byla svedena srážková voda ze střechy domu a přístřešku a vsakovací průleh do kterého byla svedena srážková voda z kůlny a bezpečnostní přeliv akumulací nádrže.

**Vlastní výpočet objektu vsakovacího průlehu** byl proveden podle popsané metodiky z podkapitoly č. 6.3.1

*Tab.2 Údaje o odvodňovaných plochách*

Plochy	A [m <sup>2</sup> ]	$\psi_m$ [-]
Střecha domu	130	0.95
Střecha přístřešku	8	0.95
Střecha kůlny	30	0.95

*Tab.3 Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu*

$A_{red}$	159.6	m <sup>2</sup>	Redukovaná plocha
$A_{vsak}$	10.64	m <sup>2</sup>	Vsakovací plocha
$k_v$	1.00E-05	m/s	Koeficient vsaku
$f$	2	m/s	Součinitel bezpečnosti vsaku
$Q_{vsak}$	7.96E-05	m <sup>3</sup> /s	Vsakovací průtok
$V_{pr}$	100	%	Prázdňená část ret. objemu
IDF křivka	Mšeno		
$T_{max}$	24	h	Max. přípustná doba prázdňení

Tab.4 Opravené výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště

t [min]	h [mm]	i [l/s/ha]	V <sub>přít</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>vsak</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>R,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]
	p = 0,2				
5	10.9	363.33	1.91	0.02	1.89
10	14.9	248.33	2.62	0.05	2.57
15	17.4	193.33	3.05	0.07	2.98
20	19.1	159.17	3.35	0.10	3.26
30	21.4	118.89	3.76	0.14	3.61
40	23.2	96.67	4.07	0.19	3.88
60	25.6	71.11	4.49	0.29	4.21
120	29.7	41.25	5.21	0.57	4.64
<b>240</b>	<b>33.8</b>	<b>23.47</b>	<b>5.93</b>	<b>1.15</b>	<b>4.79</b>
360	36.3	16.81	6.37	1.72	4.65
480	38.0	13.19	6.67	2.29	4.38
600	39.0	10.83	6.85	2.86	3.98
720	39.6	9.17	6.95	3.44	3.51
1080	41.4	6.39	7.27	5.16	2.11
1440	42.2	4.88	7.41	6.88	0.53
2880	52.3	3.03	9.18	13.75	-4.57
4320	56.4	2.18	9.90	20.63	-10.73

Tab.5 Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu

V <sub>Rmax</sub>	4.79	m <sup>3</sup>	Retenční objem průlehu
A <sub>vsak</sub>	15.92	m <sup>2</sup>	Výsledná iterovaná plocha průlehu
h <sub>max</sub>	0.30	> 0.30 m	Výška průlehu
T <sub>pr</sub>	11.70	< 24 h	Doba prázdnění

Vlastní výpočet objektu akumulární jímky byl proveden podle popsané metodiky z podkapitoly č. 6.3.3

Tab.6 Vstupní hodnoty pro výpočet akumulární jímky

Údaje o odvodňovaných plochách			
Plochy	Plocha [m <sup>2</sup> ]	ψm [-]	
Střecha domu	130	0.95	
Střecha přístřešku	8	0.95	
A <sub>red</sub>	131.1	m <sup>2</sup>	Redukovaná plocha
V <sub>A</sub>	5.244	m <sup>3</sup>	Plocha pro prvotní výpočet
A <sub>plod</sub>	115	m <sup>2</sup>	Plocha plodiny
η	0.9	-	Součinitel ztrát ve filtru
WC, splachování	25	l/os/den	Spotřeba na jednu osobu
Počet osob	4	-	Počet osob v domě

Tab.7 Opravený výpočet objemu akumulární nádrže  $V_A$  pro jednotlivé měsíce a stupně pokrytí  $C_r$

Měsíc	I.	II.	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
úhrn 1991-2020 [mm]	33.0	28.0	38.0	31.0	64.0	77.0	79.0	72.0	48.0	41.0	36.0	36.0
$V_{přít,m}$ [m <sup>3</sup> ]	0.0	0.0	4.5	3.7	7.6	9.1	9.3	8.5	5.7	4.8	0.0	0.0
Měsíční potřeba vody pro plodinu [l/m <sup>2</sup> /den]	0.0	0.0	0.0	1.3	0.6	0.8	1.0	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0
Měsíční potřeba vody pro rodinu [m <sup>3</sup> /m]	3.1	2.8	3.1	3.0	3.1	3.0	3.1	3.1	3.0	3.1	3.0	3.1
$V_{potř,m}$ [m <sup>3</sup> ]	0.0	0.0	3.1	7.5	5.3	5.6	6.7	6.3	5.5	0.0	0.0	0.0
$V_{odběr,m}$ [m <sup>3</sup> ]	0.0	0.0	0.0	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	0.0	0.0	0.0
$V_{A,m}$ [m <sup>3</sup> ]	0.0	0.0	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	0.0	0.0	0.0
$C_r$	<b>60</b>	<b>%</b>	>	60%	zadaný stupeň pokrytí							

Tab. 8 Hodnoty  $C_r$  v závislosti na  $V_A$

$V_A$ [m <sup>3</sup> ]	$C_r$ [%]
0	0
0.5	3.75
1	7.49
1.5	11.24
2	14.99
2.5	18.74
3	22.48
3.5	26.23
4	29.98
4.5	33.72
5	37.47
5.5	41.22
6	44.97
6.5	48.71
7	52.46
7.5	56.21
8	59.96
<b>8.006</b>	<b>60</b>
8.5	62.81
9	65.3
9.5	67.8
10	70.3
10.5	72.79
11	75.3
11.5	76.98
12	78.23

**Vlastní výpočet objektu akumulční jímky** byl proveden podle popsané metodiky z podkapitoly č. 6.3.3. Výpočet byl proveden za pomoci naprogramované tabulky od OP ŽP.

*Tab.9 Vstupní hodnoty pro výpočet akumulční jímky*

Plochy	Plocha [m <sup>2</sup> ]	$\psi_m$ [-]	
Střecha domu	130	0.95	
Střecha přístřešku	8	0.95	
$A_{red}$	131.1	m <sup>2</sup>	Redukovaná plocha
$V_A$	5.244	m <sup>3</sup>	Plocha pro prvotní výpočet
$A_{pod.}$	115	m <sup>2</sup>	Plocha plodiny
$\eta$	0.9	-	Součinitel ztrát ve filtru
$E_{r,min}$	8	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Pokrytí potřeby provozní vody
WC, splachování	25	l/os/den	Spotřeba na jednu osobu
Počet osob	4	-	Počet osob v domě

*Tab.10 Specifická denní potřeba provozní vody nesouvisící s osobami*

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$V_{potř,pl,d}$	0.00	0.00	0.00	1.30	0.61	0.77	1.00	0.90	0.73	0.00	0.00	0.00

*Tab.11 Vzorový bilanční výpočet pro zvolený objem nádrže*

Měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$V_{přít,m}$	0.0	0.0	4.5	3.7	7.6	9.1	9.3	8.5	5.7	0.0	0.0	0.0
$V_{potř,m}$	3.1	2.8	3.1	7.5	5.3	5.6	6.7	6.3	5.5	3.1	3.0	3.1
<b><math>V_A</math></b>	<b>1.77</b>	<b>m<sup>3</sup></b>										
$V_{odběr,m}$	0.0	0.0	3.1	5.0	5.3	5.6	6.7	6.3	5.5	1.8	0.0	0.0
$V_{A,m}$	0.0	0.0	1.4	0.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0
<b><math>E_r</math></b>	<b>22.2</b>	<b>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></b>	<b><math>C_r =</math></b>	<b>71.4</b>	<b>%</b>							

*Tab. 12 Vypočtený vztah mezi  $V_A$ ,  $E_r$  a  $C_r$*

$V_A$ [m <sup>3</sup> ]	$E_r$ [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	$C_r$ [%]
1.77	22.24	71.4
2.95	13.74	73.5
4.13	9.85	73.8
5.31	7.66	73.8
6.49	6.27	73.8
7.67	5.31	73.8
8.85	4.60	73.8
10.03	4.06	73.8
11.21	3.63	73.8

Tab. 13 Výsledek dimenzování objektu akumulční nádrže

$E_{r,min}$	8.00	$m^3/m^3$
$V_{A,max}$	<b>5.13</b>	$m^3$
$E_r$	7.93	$m^3/m^3$
$C_r$	73.80	%

## 7.2.2. Výpočet systému HDV v Technické Ulici

Systém HDV v Technické Ulici byl rozdělen na dva subsystemy B1 a B2, které oba využívají objekt průleh-rýha a jsou zaústěny do jednotné kanalizace (viz obr.13).

**Vlastní výpočet objektu B1 průleh-rýha** byl proveden podle popsané metodiky z podkapitoly č. 6.3.2

Tab.14 Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B1

Plochy	Plocha [ $m^2$ ]	$\psi_m$ [-]	
Zpevněné plochy	3779	0.9	
Ploché střechy	3115	0.95	
Vegetační plochy	4177	0.1	
IDF křivka	Praha – Hostivař		
$A_{red}$	6778.05	$m^2$	Redukovaná plocha
$k_v$	1.00E-07	m/s	Koeficient vsaku
$k_{v,průleh}$	1.00E-04	m/s	Koeficient vsaku mezi objekty
$f$	2	m/s	Součinitel bezpečnosti vsaku
$A_{vsak,průleh}$	451.87	$m^2$	Vsakovací plocha
$Q_{vsak,průleh}$	2.26E-02	$m^3/s$	Vsakovací průtok
$V_r$	70	%	Prázdněná část ret. objemu
$q_{reg}$	3	l/s/ha	Max. přípustný regulovaný odtok



Tab.15 Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B1

t [min]	h [mm]	i [l/s/ha]	V <sub>přít</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>vsak,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>r,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]
	p = 0,2				
5	11.3	376.67	81.70	6.78	74.92
10	16.5	275.00	119.29	13.56	105.74
15	19.5	216.67	140.98	20.33	120.65
20	21.1	175.83	152.55	27.11	125.44
<b>30</b>	<b>23.2</b>	<b>128.89</b>	<b>167.73</b>	<b>40.67</b>	<b>127.07</b>
40	24.7	102.92	178.58	54.22	124.35
60	26.9	74.72	194.48	81.34	113.15
120	30.6	42.50	221.24	162.67	58.56
240	36.6	25.42	264.62	325.35	-60.73
360	42.5	19.68	307.27	488.02	-180.75
480	43.2	15.00	312.33	650.69	-338.36
600	43.8	12.17	316.67	813.37	-496.70
720	44.5	10.30	321.73	976.04	-654.31
1080	46.4	7.16	335.47	1464.06	-1128.59
1440	46.9	5.43	339.08	1952.08	-1613.00
2880	58.9	3.41	425.84	3904.16	-3478.31
4320	62.5	2.41	451.87	5856.24	-5404.37

Tab.16 Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu B1

V <sub>R,max</sub>	127.07	m <sup>3</sup>	Objem průlehu
T <sub>pr,průleh</sub>	1.09	h < 24 h	Doba prázdnění
h <sub>max</sub>	0.28	< 0.30 m	Výška průlehu

Tab.17 Hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B1

b <sub>rýha</sub>	2	m	šířka rýhy
m	0.3	-	pórovitost materiálu výplně rýhy
l <sub>rýha</sub>	225.94	m	délka rýhy
h <sub>max, rýha</sub>	0.3	m	Hloubka rýhy
f, rýhy	1	-	Součinitel bezpečnosti vsaku
Q <sub>vsak, rýha</sub>	4.86E-05	m <sup>3</sup> /s	Vsakovací průtok
Q <sub>příp</sub>	3.32E-03	m <sup>3</sup> /s	Přípustný regulovaný odtok
W <sub>rýha, z parametrů</sub>	135.56	m <sup>3</sup> /s	Obestavěný objem podzemní rýhy

Tab.18 Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B1

t [min]	h [mm]	i [l/s/ha]	V <sub>přít</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>vsak,rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>reg. odtok</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>R,rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>R,rýha-</sub> V <sub>R,max,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]
	p = 0,2							
5	11.3	376.67	81.70	0.01	1.00	80.69	-46.38	-154.60
10	16.5	275.00	119.29	0.03	1.99	117.27	-9.79	-32.65
15	19.5	216.67	140.98	0.04	2.99	137.95	10.88	36.28
20	21.1	175.83	152.55	0.06	3.99	148.51	21.44	71.47
30	23.2	128.89	167.73	0.09	5.98	161.67	34.60	115.34
40	24.7	102.92	178.58	0.12	7.97	170.49	43.43	144.75
60	26.9	74.72	194.48	0.17	11.96	182.35	55.29	184.29
120	30.6	42.50	221.24	0.35	23.91	196.97	69.91	233.02
240	36.6	25.42	264.62	0.70	47.83	216.09	89.02	296.74
360	42.5	19.68	307.27	1.05	71.74	234.48	107.42	358.05
480	43.2	15.00	312.33	1.40	95.65	215.28	88.21	294.04
600	43.8	12.17	316.67	1.75	119.57	195.35	68.29	227.63
720	44.5	10.30	321.73	2.10	143.48	176.15	49.09	163.62
1080	46.4	7.16	335.47	3.15	215.22	117.10	-9.97	-33.23
1440	46.9	5.43	339.08	4.20	286.96	47.92	-79.14	-263.81
2880	58.9	3.41	425.84	8.40	573.92	-156.48	-283.54	-945.15
4320	62.5	2.41	451.87	12.60	860.88	-421.61	-548.68	-1828.92

Tab.19 Výsledky dimenze objektu rýhy B1

V <sub>r max</sub>	107.42	m <sup>3</sup>	Objem průlehu
W <sub>rýha max</sub>	358.05	m <sup>3</sup>	Obestavěný objem podzemní rýhy
T <sub>pr, rýhy</sub>	6.20	h < 24 h	Doba prázdnění

Vlastní výpočet objektu B2 průleh-rýha byl proveden podle popsané metodiky z podkapitoly č. 6.3.2. Výpočet je totožný s výpočtem objektu B1.

Tab.20 Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B2

Plochy	Plocha [m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>m</sub> [-]	
Zpevněné plochy	3331	0.9	
Ploché střechy	1576	0.95	
Vegetační plochy	1964	0.1	
A <sub>red</sub>	4691.5	m <sup>2</sup>	Redukovaná plocha
k <sub>v</sub>	1.00E-07	m/s	Koeficient vsaku
k <sub>v,průleh</sub>	1.00E-04	m/s	Koeficient vsaku mezi objekty
f	2	m/s	Součinitel bezpečnosti vsaku
A <sub>vsak,průleh</sub>	312.7	m <sup>2</sup>	Vsakovací plocha
Q <sub>vsak,průleh</sub>	1.56E-02	m <sup>3</sup> /s	Vsakovací průtok
V <sub>r</sub>	70	%	Prázdněná část ret. objemu
q <sub>reg</sub>	3	l/s/ha	Max. přípustný regulovaný odtok

Tab.21 Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B1

t [min]	h [mm]	i [l/s/ha]	V <sub>přít</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>vsak,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>r,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]
	p = 0,2				
5	11.3	376.67	56.55	4.69	51.86
10	16.5	275.00	82.57	9.38	73.19
15	19.5	216.67	97.58	14.07	83.51
20	21.1	175.83	105.59	18.77	86.82
30	23.2	128.89	116.10	28.15	87.95
40	24.7	102.92	123.61	37.53	86.07
60	26.9	74.72	134.61	56.30	78.32
120	30.6	42.50	153.13	112.60	40.53
240	36.6	25.42	183.16	225.19	-42.04
360	42.5	19.68	212.68	337.79	-125.11
480	43.2	15.00	216.18	450.38	-234.20
600	43.8	12.17	219.19	562.98	-343.79
720	44.5	10.30	222.69	675.58	-452.89
1080	46.4	7.16	232.20	1013.36	-781.17
1440	46.9	5.43	234.70	1351.15	-1116.45
2880	58.9	3.41	294.75	2702.30	-2407.55
4320	62.5	2.41	312.77	4053.46	-3740.69

Tab.22 Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu B2

V <sub>R,max,průleh</sub>	87.95	m <sup>3</sup>	Objem průlehu
T <sub>pr,průleh</sub>	1.09	h < 24 h	Doba prázdňení
h <sub>max</sub>	0.28	< 0.30 m	Výška průlehu

Tab.23 Hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B2

b <sub>rýha</sub>	2.00	m	šířka rýhy
m	0.30	-	pórovitost materiálu výplně rýhy
l <sub>rýha</sub>	156.38	m	délka rýhy
h <sub>max, rýha</sub>	1.00	m	Hloubka rýhy
f <sub>rýhy</sub>	1.00	-	Součinitel bezpečnosti vsaku
Q <sub>vsak, rýha</sub>	3.92E-05	m <sup>3</sup> /s	Vsakovací průtok
Q <sub>příp</sub>	2.06E-03	m <sup>3</sup> /s	Přípustný regulovaný odtok
W <sub>rýha, z parametrů</sub>	312.77	m <sup>3</sup> /s	Obestavěný objem podzemní rýhy

Tab.24 Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B2

t [min]	h [mm]	i [l/s/ha]	V <sub>přít</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>vsak,rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>reg. odtok</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>R,rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>R,rýha-</sub> V <sub>R,max,průleh</sub> [m <sup>3</sup> ]	W <sub>rýha</sub> [m <sup>3</sup> ]
	p = 0,2							
5	11.3	376.67	56.55	0.01	0.62	55.92	-32.03	-106.77
10	16.5	275.00	82.57	0.02	1.24	81.31	-6.64	-22.13
15	19.5	216.67	97.58	0.04	1.86	95.69	7.74	25.81
20	21.1	175.83	105.59	0.05	2.47	103.07	15.12	50.40
30	23.2	128.89	116.10	0.07	3.71	112.32	24.37	81.23
40	24.7	102.92	123.61	0.09	4.95	118.56	30.61	102.05
60	26.9	74.72	134.61	0.14	7.42	127.05	39.10	130.34
120	30.6	42.50	153.13	0.28	14.84	138.01	50.06	166.86
240	36.6	25.42	183.16	0.56	29.68	152.91	64.96	216.53
360	42.5	19.68	212.68	0.85	44.52	167.31	79.36	264.53
480	43.2	15.00	216.18	1.13	59.37	155.69	67.74	225.80
600	43.8	12.17	219.19	1.41	74.21	143.57	55.62	185.39
720	44.5	10.30	222.69	1.69	89.05	131.95	44.00	146.66
1080	46.4	7.16	232.20	2.54	133.57	96.08	8.13	27.11
1440	46.9	5.43	234.70	3.39	178.10	53.22	-34.73	-115.78
2880	58.9	3.41	294.75	6.78	356.19	-68.22	-156.17	-520.56
4320	62.5	2.41	312.77	10.17	534.29	-231.69	-319.64	-1065.46

Tab.25 Výsledky dimenze objektu rýhy B2

V <sub>R,max</sub>	79.36	m <sup>3</sup>	Objem průlehu
W <sub>rýha max</sub>	264.53	m <sup>3</sup>	Obestavěný objem podzemní rýhy
T <sub>pr, rýhy</sub>	7.35	h <24h	Doba prázdnění

### 7.2.3. Výpočet systému HDV v Ústředním hřbitově v Brně

Samotný výpočet systému HDV v Ústředním hřbitově v Brně je řešen jednoduchou simulací OST-JT. Tento výpočet není předmětem mého bakalářského studia, a tedy nebyl v rámci této bakalářské práce vypočítán.

### 7.3. Výsledky modelových příkladů z HDVAsisti

V kapitole jsou popsány výsledky dimenzování objektů HDV pro jednotlivé modelové příklady. Veškeré podklady k příkladům jsou sepsány v rámci protokolů vytvořených aplikací a jsou k nahlédnutí v příloze C.

#### 7.3.1 Výsledek systému HDV RD v Obříství z HDVAsistu

Jedná se o objekty vsakovací průleh a akumulční nádrž.

*Tab.26 Výsledky dimenze vsakovacího průlehu u RD v Obříství*

$A_{vsak}$	15.95	$m^2$	Plocha objektu
$V_{R,max}$	4.79	$m^3$	Objem průlehu
$T_{pr,průleh}$	16.67	$h < 24$ h	Doba prázdnění
$h_{max}$	0.3	$< 0.30$ m	Výška průlehu

*Tab. 27 Vypočtený vztah mezi  $V_A$ ,  $E_r$  a  $C_r$  u akumulční nádrže (vlevo)*

*Tab. 28 Výsledek dimenzování objektu akumulční nádrže (vpravo)*

$V_A$ [ $m^3$ ]	$E_r$ [ $m^3/m^3$ ]	$C_r$ [%]
1.77	22.22	71.38
2.95	13.73	73.52
4.13	9.85	73.79
5.31	7.66	73.79
6.49	6.27	73.79
7.67	5.3	73.79
8.85	4.6	73.79
10.03	4.05	73.79
11.21	3.63	73.79

$E_{r,min}$	8.00	$m^3/m^3$
$V_{A,max}$	<b>5.13</b>	<b><math>m^3</math></b>
$E_r$	7.99	$m^3/m^3$
$C_r$	73.79	%

#### 7.3.2 Výsledek systému HDV RD v Technické ulici z HDVAsistu

Jedná se o dva sub systémy B1 a B2 s objektem průleh-rýha s regulovaným odtokem.

*Tab.29 Výsledky dimenze průlehu u B1*

$A_{vsak,průleh}$	451.87	$m^2$	Plocha objektu
$V_{R,max}$	111.92	$m^3$	Objem průlehu
$T_{pr,průleh}$	0.84	$h < 24$ h	Doba prázdnění
$h_{max}$	0.25	$< 0.30$ m	Výška průlehu

*Tab.30 Výsledky dimenze rýhy u B1*

$A_{vsak,rýhy}$	451.87	$m^2$	Plocha objektu
$V_{R,max}$	103.92	$m^3$	Objem rýhy
$T_{pr,rýhy}$	12.55	$h < 24$ h	Doba prázdnění

Tab.31 Výsledky dimenze průlehu u B2

$A_{\text{vsak,průleh}}$	312.77	$\text{m}^2$	Plocha objektu
$V_{R,\text{max}}$	77.75	$\text{m}^3$	Objem průlehu
$T_{\text{pr,průleh}}$	0.85	$h < 24 \text{ h}$	Doba prázdnění
$h_{\text{max}}$	0.25	$< 0.30 \text{ m}$	Výška průlehu

Tab.32 Výsledky dimenze rýhy u B2

$A_{\text{vsak,rýhy}}$	312.77	$\text{m}^2$	Plocha objektu
$V_{R,\text{max}}$	76.78	$\text{m}^3$	Objem rýhy
$T_{\text{pr, rýhy}}$	14.47	$h < 24 \text{ h}$	Doba prázdnění

### 7.3.3 Výsledek systému HDV na Ústředním hřbitově z HDVAsistu

Jelikož se jedná dohromady o 11 objektů HDV Byly vybrány 3 objekty, a to dva vzorové objekty HDV rýh a retenční nádrž, do které je veškerý systém zaústěn.

Tab.33 Výsledky dimenze rýhy č.14

$A_{\text{vsak}}$	84.29	$\text{m}^2$	Plocha objektu
$V_{R,\text{max}}$	84.29	$\text{m}^3$	Objem rýhy
$T_{\text{pr, rýhy}}$	168.59	$h < 24 \text{ h}$	Doba prázdnění
$n_{\text{přepad}}$	0.2	$\text{Ks/r}$	Počet přepadů
$V_{\text{přítok}}$	15187.52	$\text{m}^3/\text{r}$	Přítok
$V_{\text{odtok}}$	15115.64	$\text{m}^3/\text{r}$	Odtok
$V_{\text{přepad}}$	71.88	$\text{m}^3/\text{r}$	Přepad

Tab.34 Výsledky dimenze rýhy č.11

$A_{\text{vsak}}$	164.09	$\text{m}^2$	Plocha objektu
$V_{R,\text{max}}$	164.09	$\text{m}^3$	Objem rýhy
$T_{\text{pr, rýhy}}$	122.81	$h < 24 \text{ h}$	Doba prázdnění
$n_{\text{přepad}}$	0.2	$\text{Ks/r}$	Počet přepadů
$V_{\text{přítok}}$	43026.21	$\text{m}^3/\text{r}$	Přítok
$V_{\text{odtok}}$	42851.56	$\text{m}^3/\text{r}$	Odtok
$V_{\text{přepad}}$	174.65	$\text{m}^3/\text{r}$	Přepad

Tab.35 Výsledky dimenze retenční nádrže

A	2900.72	$\text{m}^2$	Plocha objektu
$V_{R,\text{max}}$	17404.3	$\text{m}^3$	Objem rýhy
$T_{\text{pr, rýhy}}$	34808.6	$h < 24 \text{ h}$	Doba prázdnění
$n_{\text{přepad}}$	0.2	$\text{Ks/r}$	Počet přepadů
$V_{\text{přítok}}$	61141.68	$\text{m}^3/\text{r}$	Přítok
$V_{\text{odtok}}$	43497.96	$\text{m}^3/\text{r}$	Odtok
$V_{\text{přepad}}$	335.77	$\text{m}^3/\text{r}$	Přepad

## 7.4 Porovnání výsledků z HDVAsistu s manuálními výpočty

Kapitola porovnává výsledky manuálně vypočítaných objektů s výsledky z webové aplikace HDVAsist.

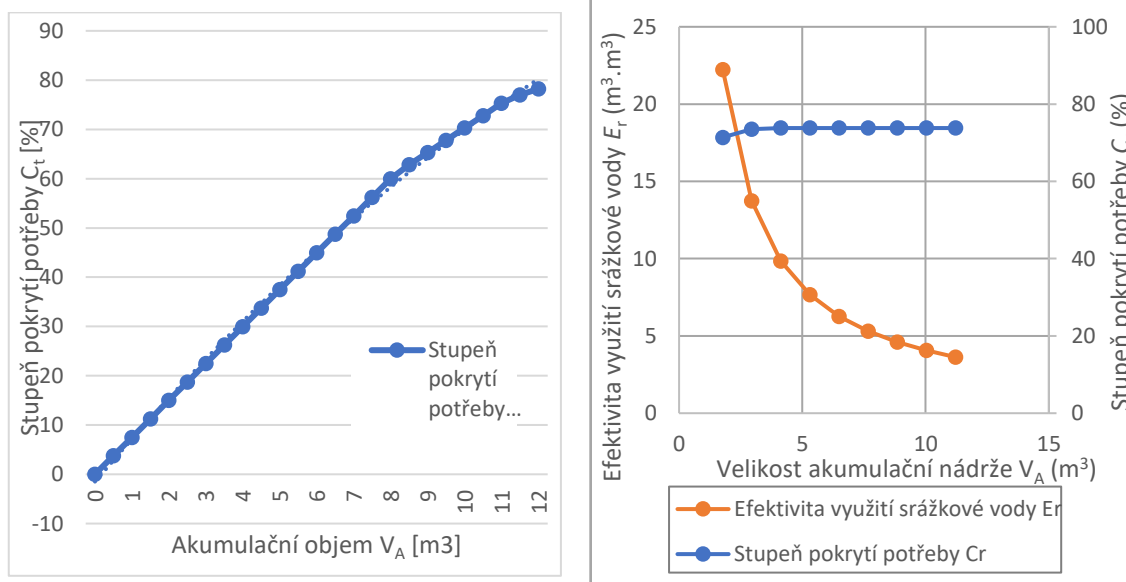
### 7.4.1. Vyhodnocení systému HDV RD v Obříství

#### Objekt HDV vsakovací průleh

Vypočítaná vsakovací plocha  $A_{vsak}$ , objem retence průlehu  $V_R$ , maximální hladina nadržení vody  $h_{max}$  HDVAsistem se shodují s manuálním výpočtem příkladu. Nicméně se liší s dobou prázdnění  $T_{pr}$  o necelých pět hodin (viz tab.X a X). Aplikace je tedy špatně naprogramována nebo využívá jinou metodu výpočtu prázdnění vsakovacího průlehu, nežli je popsána v kapitole 6.3.1

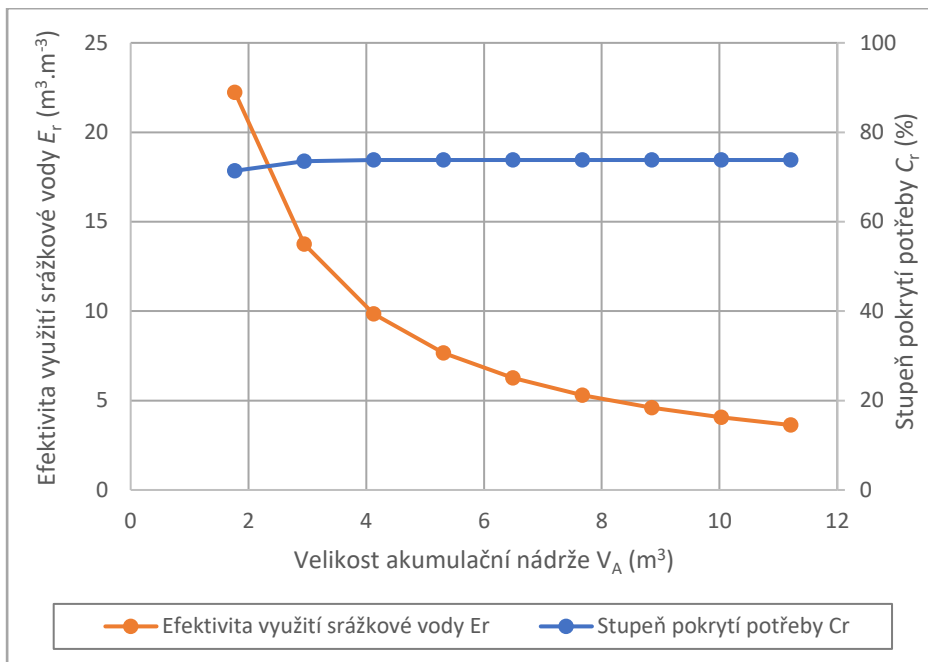
#### Objekt HDV akumulční jímka

U objektu akumulční jímky byly zvoleny dvě metody podle, kterých došlo k vyhodnocení správnosti výpočtu aplikací. Výsledky jednotlivých využitých metod se od sebe výrazně liší a požadovaný objem jímky  $V_{Amax}$  je mezi nimi rozdílný o  $3 \text{ m}^3$ . Zároveň se i liší vztah objemu jímky se stupněm pokrytí  $C_r$ . To je způsobeno odlišným přístupem k výpočtu, kdy druhá metoda využívána OP ŽP počítá s prázdněním jímky až na konci měsíce kdyžto první metoda popsána v podkapitole 6.3.3. již na začátku.



Graf 1 závislosti  $V_A$  a  $C_r$ , metodou dle pražských standartů (vlevo)

Graf 2 závislosti  $V_A$ ,  $E_r$  a  $C_r$ , metodou podle OP ŽP (vpravo)



Graf 3 závislosti  $V_A$ ,  $E_r$  a  $C_r$  získaný z výsledku v HDVAsistu

Z výsledků je zřetelně vidět, že aplikace HDVAsit využívá k dimenzi objektu druhou metodu výpočtu popsanou v kapitole 6.3.3. Graf X je identický s grafem X, který byl sestaven za pomoci výsledků z HDVAsistu. Výsledky jsou odlišné jen nepatrně, a důvodem bude nejspíše odlišné zaokrouhlení hodnot ve výpočtu.

#### 7.4.2. Vyhodnocení systému HDV v Technické Ulici

##### Objekt HDV průleh-rýha subsystém B1 a B2

Výsledné hodnoty pro oba subsystémy jsou shodné pouze u vsakované plochy  $A_{vsak}$ . Ostatní hodnoty se již liší. Velikost objemu průlehu podle HDVAsistu je v obou případech menší o 12 % než výsledky provedené dle metody z kapitoly 6.3.1 a u velikosti objemu rýhy je hodnota z HDVAsistu menší opět pro oba případy o 3.25 %. Jiné hodnoty by mohly být vysvětleny odlišně vypočítanou hloubkou retenčního prostoru  $h_{max}$ , který je u výsledků z HDVAsitu odlišný pro oba subsystémy o 0.03 m, to následně ovlivnilo ostatní hodnoty. Výrazný rozdíl v obou případech je vidět pouze u doby prázdnění rýhy, která je u webové aplikace až dvojnásobná. Aplikace buďto počítá dobu prázdnění rýhy dle jiné metody nebo je špatně naprogramována.

#### 7.4.3. Vyhodnocení systému HDV v Ústředním hřbitově v Brně

Jednotlivé parametry podzemních rýh jsou v poměru k připojeným plochám adekvátní a program je pravděpodobně vypočítává správně dle patřičné metodiky až na dobu prázdnění rýhy, která zásadně překračuje okrajové podmínky. Retenční nádrž má abnormálně velkou plochu samotného objektu, který již na první pohled vykazuje, že program v toto případě nepočítá správně.





















## 7.5. Protokoly o testování aplikace










Protokol o chybách a protokol s doporučeními byl zpracován na základě metodiky popsané v kapitole 6.4. Celkově bylo nalezeno 38 chyb a z toho je 6 chyb specifikováno jako chyba závažná, která brání správnému fungování aplikace, 14 jako středně závažných chyb, která ale nenarušuje fungování aplikace a 18 chyb, které jsou považovány za méně závažné a nenarušují fungování aplikace.










Doporučení bylo celkově 17 a týkají se především uživatelského rozhraní, nápadů na zlepšení aplikace nebo samotnou koncepcí aplikace.

Tab.36 Výsledky dimenze retenční nádrže

Protokol o chybách					
Oblast webové aplikace	Č. chyby	Popis chyby	Závažnost	Možné řešení	
Hlavní stránka	Úvodní přehled	1	Na ikonu zvonečku v pravém horním rohu aplikace je možnost kliknout, nicméně následně se nic nezobrazí a aplikace nijak nereaguje		U ikony buďto znemožnit možnost jejího výběru nebo přidat zamýšlenou funkci
		2	Pokud je aplikace zobrazena jen na půlce obrazovky, neobjevuje se panel s jednotlivými moduly, stejný problém aplikace projevuje i v případě zobrazení na mobilním zařízení		Změna či doplnění kódu webových stránek
	Správa mého účtu	3	Uživatel má právo k úpravě či úplného vymazání veškerých textů v modulech.		Znemožnění přístupu uživateli do tohoto rozhraní
		4	Nahrané soubory v záložce „Moje data“ nelze již smazat		Přidání funkce pro smazání konkrétních nahraných souborů
		5	V beta příručce pro webovou aplikaci je uvedeno, že soubor má být ve formátu TXT, aplikace ale uvádí formát souboru CSV.		Sjednotit v jakém formátu zle soubor nahrát
		6	V jednom případě byl soubor ve formátu TXT nahrán, ve kterém desetinou čárkou byla tečka, pokud ale byl zkoušen nahrán stejný soubor s desetinou čárkou jako čárkou tak nahrání již aplikace nepovolila		Sjednotit, upravit nebo doplnit co vše jde a v jakém formátu nahrát
		7	Zle nahrávat i soubory, které nejsou v požadovaném formátu (správné datumy, hodnoty, mezery)		Změna či doplnění kódu webových stránek
	Moje projekty	8	Zle vytvářet projekty se stejným názvem jako již existující projekt		Změna či doplnění kódu webových stránek

	Sdílené soubory	9	Pokud v nastavení projektu sdílím svůj projekt s jiným uživatelem, kterému dám přístup pouze ke čtení tak má stále pravomoc manipulovat, předělovat a ukládat daný projekt jako by měl stále nastavenou roli pro zápis.		Změna či doplnění kódu webových stránek
Modul 1	Vyhodnocení	12	U jednoho z modelových příkladů (RD Obříství) se ve výsledcích po vyplnění všech kroků u kolonky „Regulovaný odtok“ jako výsledek objevil jako výsledek jen „-----“		Změna či doplnění kódu webových stránek nebo doplnění textu
Modul 2	Plochy	13	Zadaný typ povrchu se u ploch po uložení a přechodu do jiných modulů a návratu zpět nezobrazuje v rozhraní ploch. Nicméně do modulu 3 a protokolu se typ plochy uloží.		Změna či doplnění kódu webových stránek
		14	Políčko otazníku "?" u názvy ploch nenabízí žádnou radu		Rada u této kolonky není nutná. Doporučuji vymazat.
		15	Políčko výměry plochy reaguje na kolečko myši. V případě scrollování kolečkem nahoru či dolů může dojít k změně výměry.		Zakázat tuto funkci u políčka výměry plochy
	Diagram	16	U dvou ze tří modelových případů se po vymazání objektů a následně jejich znovu zadání do diagramu nepřechíslovalo číslování a značení objektů pokračovalo dále vzestupné řadě. Číslování objektů tak například začínalo od čísla 4.		Změna či doplnění kódu webových stránek
		17	U volby předčištění je možné po zadání "žádné předčištění" volit i další metody		Změna či doplnění kódu webových stránek, tak aby bylo možno zvolit buďto "žádné předčištění" a nic jiného nebo ostatní formy
		18	Ikonka předčištění "Č" zůstává u některých objektů červené u po zadání typu předčištění		Změna či doplnění kódu webových stránek
		19	U předčištění se u některých ploch neuloží zvolený typ předčištění a následně se nezapíše do protokolu		Změna či doplnění kódu webových stránek
		20	Modul 2 jsem měl otevřený na pozadí obrazovky, vrátil jsem se k němu po 30 minutách a pokračoval ve vytváření ploch a diagramu. Po přechodu do jiného modulu mě aplikace odhlásila a neuložila mojí několikaminutovou práci.		Vytvořil bych časový odpočet, kde by bylo vidět po jaké době dojde k odhlášení uživatele, případně odhlásit po této době uživatele rovnou aby nemohl pokračovat v práci v jednom modulu bez možnosti uložení jeho práce

		21	U diagramů většího rozsahu se v protokolu a staženém souboru JPG nezobrazí celý diagram ale pouze část.		Zvětšit možné okno zobrazení diagramu.
		22	Pokud je diagram uzamčený znemožnit uživateli přidávat další objekty HDV do diagramu		Změna či doplnění kódu webových stránek
Modul 3	O modulu	-	Nebyly nalezeny žádné chyby v tomto modulu	-	-
	Dimenzování	23	U dimenzování objektu akumulční jímky metodou roční bilance AN-R je u políčka "Specifická denní potřeba provozní vody nesouvisící s osobami" špatná jednotka "l/m/den"		Opravit jednotky na "l/m <sup>3</sup> /den" nebo "l/jednotka/den"
		24	U dimenzování objektu akumulční jímky metodou měsíční bilance AN-M je u políčka "Specifická denní potřeba provozní vody nesouvisící s osobami" špatná jednotka "m/r"		Opravit jednotky na "l/m <sup>3</sup> /den" nebo "l/jednotka/den"
		25	Při dimenzování objektů v aplikaci mi vyskočila chyba špatně zadaných hodnot a objekt nebyl vypočítán. Nicméně po přechodu do jiného modulu a následného návratu byl daný objekt již vypočten		Změna či doplnění kódu webových stránek
		26	Aplikace prozatím nenabízí možnost využití vlastních nahraných dat k výpočtu		Změna či doplnění kódu webových stránek
		27	U dimenzování objektu vsakovacího průlehu aplikace sama od sebe odemkne okrajové podmínky objektu a přiřadí nechtěné hodnoty. Např. regulovaný odtok nebo maximální hloubku zadržetí vody v průlezech vyšší než 0.3 m. Až po restartování údajů a uzamknutí se hodnoty resetují do požadovaných čísel. Chyba nejspíše vznikla tak, že aplikace si vzala předchozí nastavení vsakovacího průlehu, který jsem vymazal a následně vytvořil nový. Tento nový průlehl měl předvyplněné nastavení onoho prvního.		Změna či doplnění kódu webových stránek tak aby se nové objekty vždy vytvářeli s výchozím nastavením
		28	U návrhových kritérií se u popisku jednoho kritéria objevuje slovo "objekmu" navíc - "Kolik % z retenčního objektu objektu se musí za daný čas vyprázdnit"		Změna v textovém rozhraní aplikace
		29	Po dimenzování objektu, uložení dat, přechodu do jiného modulu a zpět se neuloží jaká metody byla vybrána (zda "Bilance s blokovými dešti OST-B" nebo "Jednoduchá simulace OST-JS")		Změna či doplnění kódu webových stránek

	30	U dimenzování objektu akumulční jímky metodou měsíční bilance AN-M se neukládá zvolené měsíce kdy akumulční nádrže je plněna. Při návratu jsou všechna políčka ve výchozí pozici.		Změna či doplnění kódu webových stránek
	31	Pokud se před objektem akumulční nádrže přiřadí další objekt tak aplikace není schopna parametry akumulční nádrže dimenzovat.		Změna či doplnění kódu webových stránek
	32	Při zkoušení dimenzování objektu pro vsakování byla výsledná plocha pro vsakování v záporných číslech		Nastavení aplikace tak aby nebylo možné vyhodit záporné výsledky, popřípadě je doplnit komentářem nebo upozorněním o špatně zadaných hodnotách
	33	V případě dimenzování objektu podzemní rýhy OST-B, pokud se do návrhových kritérií nezadá ručně maximální hloubka nadržení vody v průřezích tak objekt tak výpočet objektu nefunguje správně. Stejný problém jsem našel i u suché RD, Podzemní a povrchové rýhy		U objektů již ve výchozím nastavení návrhových kritérií mít určitou hodnotu u maximální hloubky nadržení vody
	34	U modelového příkladu Technické ulice a Ústředního hřbitova aplikace nejspíše špatně počítá s dobou prázdnění. Buď doba prázdnění přesahuje okrajovou podmínku vypuštění do 24 h nebo je doba dvakrát delší než manuálně vypočtený výsledek		Kontrola metodiky výpočtu prázdnění objektů
	35	U složitějšího systému HDV, který obsahoval 10 podzemních rýh zaústěných do retenční nádrže, byl výsledek dimenzování nádrže již od pohledu předimenzovaný a předpokládá se, že aplikace v tomto případě počítá nesprávně		Změna či doplnění kódu webových stránek tak aby aplikace byla schopna počítat i komplikovanější systémy nebo uživateli sdělit, že zadaný systém je nad výpočetní kapacitu aplikace
	36	Nad výsledkem dimenzovaných hodnot chybí název daného objektu "rýhy"		Změna či doplnění kódu webových stránek
	37	U dimenzování objektu akumulční jímky metodou měsíční bilance AN-M bere aplikace hodnoty v políčkách měsíců pouze s desetinou tečnou, a nikoliv s desetinou čárkou		Změna či doplnění kódu webových stránek
Náhled systému	38	Záložka "Náhled systému" v modulu 3 nefunguje. Na záložku je možné přejít nicméně se objeví pouze prázdná stránka		Změna či doplnění kódu webových stránek, doplnit chybějící funkce

## 7.6. Celkové doporučení

Aktuální verze webové aplikace HDVAsist se během psaní bakalářské práce nachází v beta verzi. Program obsahuje již veškeré důležité funkce pro navrhování různorodých systémů HDV a její hlavní tři moduly fungují bez kritických závad. Nicméně aplikace má některé nedostatky a vyskytují se v ní chyby, které jí brání, aby mohla být považována za hotovou a připravenou k jejímu úplnému spuštění. Tyto nedostatky jsou popsány v protokolu o chybách v kapitole č.7.5. Jedná se především o práci pro programátora aplikace na uživatelském rozhraní a dokončení několika dílčích funkcí. Spuštění webové aplikace pro uvedení do praxe v této fázi nedoporučuji. Její zavedení by nemuselo vést k požadovanému cíli, tedy urychlení kontroly projektů státními stavebními úřady. Zároveň některé složitější systémy HDV program nedokáže správně dimenzovat a nemohl by v těchto případech sloužit projektantům správně.

Doporučuji, aby aplikace zůstala dále ve vývoji po dobu potřebnou k opravení chyb popsaných v protokolu o chybách. Jednou z navazujících fází by mělo být také další testování aplikace lidmi vykonávajícími praxi v odboru HDV nebo odbornou veřejností, která by odhalila další chyby a přišla by s novými nápady pro zlepšení funkčnosti aplikace. Po tomto testování bych přistoupil k vydání open beta verze, tedy spuštění aplikace pro širší testování mezi projektanty, kteří by se s ní mohli začít seznamovat, a kteří by ji mohli začít využívat k tvorbě projektů a usnadnění komunikace se stavebními úřady. Po těchto krocích by aplikace měla být připravena na oficiální spuštění a její zařazení do procesu stavebního povolení. Důležitým bodem bude i následné financování dalšího vývoje a aktualizace, které by aplikace měla v průběhu let dostávat.

## 8 Shrnutí a závěr

Jako budoucí projektant pracující i v oblasti HDV vítám vývoj aplikace a jsem vděčný, že jsem se mohl podílet na jejím testování v počáteční fázi jejího vývoje. Bakalářská práce ve své teoretické části popsala historický přerod ke konceptu MZI, její možnost využití v rámci probíhající klimatické změny a příznivý vliv v urbanizovaných prostředích. Byly popsány základní objekty HDV, které byly následně využity v praktické části. Dále byl zmíněn obecný přístup ke konceptu a návrhu MZI a popis jednotlivých metod práce. Závěr rešeršní části byl věnován legislativnímu ukotvení MZI a HDV v českém právu zahrnující i nový stavební zákon, který povyšuje význam zelené infrastruktury a systémy HDV.

V praktické části jsem se věnoval testování webové aplikace HDVAsit za pomoci tří modelových příkladů, které byly navrženy tak, aby prověřili široké využití programu a případně objevili nedostatky aplikace. Byl vytvořen protokol o chybách, který zahrnuje celkem 39 nalezených chyb rozdělených v jednotlivých kategoriích závažnosti. Spolu sním byl vytvořen i protokol s doporučeními pro další zlepšení uživatelského rozhraní aplikace. Manuálním výpočtem jsem dle popsané metodiky dimenzoval objekty HDV v modelových příkladech a jejich výsledky jsem následně porovnal s výsledkem z aplikace HDVAsit a okomentoval jejich srovnání. V závěru jsem sepsal celkové doporučení o webové aplikaci a stručný návrh na pokračování jejího následného vývoje.

Bakalářská práce splnila svůj hlavní cíl. V maximální možné míře v daném časovém úseku byla aplikace HDVAsit otestována a byly nalezeny chyby k opravě pro bezproblémové spuštění aplikace.

## Seznam použitých zdrojů:

- [1] DGM STAV. *Stavební povolení – Jak si Česká republika stojí v porovnání se sousedy?* Online. Konstrukce. 2023. Dostupné z: <https://konstrukce.cz/realizace-staveb/stavebni-povoleni-jak-si-ceska-republika-stoji-v-porovnani-se-sousedy-1322>. [cit. 2024-05-2].
- [2] URBAN, Michael. *Vývoj českého vodního práva a právních vztahů spojených s vodou*. Disertační práce. Nám. Curieových 901/7 116 40 Praha 1: Univerzita Karlova, Právnická fakulta, 2022.
- [3] Z historie plánování ve vodním hospodářství. Online. In: MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. EAGRI. 2004. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/z-historie-planovani-ve-vodnim>. [cit. 2024-05-19].
- [4] RŮŽIČKA, Karel. *Vodní hospodářství*. Řada stavební literatury. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956.
- [5] KLÍMA, Josef. *Nejstarší zákony lidstva: Chammurapi a jeho předchůdci*. Praha: Academia, 1979.
- [6] MAYS, Larry; ANTONIOU, George a ANGELAKIS, Andreas. *History of Water Cisterns: Legacies and Lessons*. Online. Water. 2013, roč. 5, č. 4, s. 1916-1940. ISSN 2073-4441. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/w5041916>. [cit. 2024-04-19]. L. Mays, G. Antoniou, a A. Angelakis, „History of Water Cisterns: Legacies and Lessons“, Water, roč. 5, č. 4, s. 1916–1940, lis. 2013, doi: 10.3390/w5041916.
- [7] Ancient ‘water law’ unearthed in Laodicea. Online. In: Hurriyetaidailynews.com. 2015. Dostupné z: <https://www.hurriyetaidailynews.com/ancient-water-law-unearthed-in-laodicea--87259>. [cit. 2024-03-12].
- [8] „WATER SUPPLY SYSTEMS: CISTERNS, RESERVOIRS, AQUEDUCTS“. Online. Dostupné z: <https://archserve.id.ucsb.edu/courses/arhistory/152k/water.html> [cit. 2024-03-15].
- [9] SCOTT, William. Venetian Wells. The Universal Review. online. 1890/11//, vol. 8, no. 31, s. 393-410. ISSN 2044-6586.
- [10] JÁSEK, Jaroslav. *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Milpo media, 2000. ISBN 80-86098-15-x.
- [11] Historický vývoj. Online. In: Rybářské sdružení České republiky. 2018. Dostupné z: <https://www.cz-ryby.cz/produkce-ryb/historicky-vyvoj>. [cit. 2024-04-10].
- [12] Vodní kanál Opatovický. Online. In: NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV. Památkový katalog. 2015. Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/vodni-kanal-opatovicky-19973894>. [cit. 2024-05-01].
- [13] Rožmberská rybníční soustava. Online. In: NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV. Památkový katalog. 2015. Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/rozmberska-rybnicni-soustava-16285934>. [cit. 2024-05-01].
- [14] Schwarzenberský plavební kanál. Online. In: NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV. Památkový katalog. 2015. Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/schwarzenbersky-plavebni-kanal-673017>. [cit. 2024-05-01].

2024-05-01].

[15] Vodní elektrárna. Online. In: NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV. Památkový katalog. 2015. Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/vodni-elektrarna-19183968>. [cit. 2024-05-19].

[16] JANÁČ, Jiří. Proměny vodního režimu ve 20. století jako symbol pokroku. Online. In: ERA MÉDIA, S. R. O. ERA21. 2019. Dostupné z: <https://www.era21.cz/cs/clanky/redakcni-clanky/2019-10-14-stoleti-regulace-promeny-vodniho-rezimu-ve-20-stoleti-jako-symbol-pokroku/>. [cit. 2024-05-19].

[17] Města a změna klimatu. Online. In: Adaptace sídel na změnu klimatu. 2015. Dostupné z: <http://www.adaptacesidel.cz/mesta-a-zmena-klimatu>. [cit. 2024-05-19].

[18] Důsledky změny klimatu. Online. In: Evropská komise. Dostupné z: [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_cs](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_cs). [cit. 2024-05-19].

[19] RAŠKA, Daniel. Tepelný ostrov malých sídel: okolí Olomouce. Diplomová práce. Křížkovského 511/8, 779 00 Olomouc 9: UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI, 2001.

[20] OBSERVER: 2023–A year of unprecedented heat and climate extremes. Online. In: EVROPSKÁ UNIE. Copernicus. 2024. Dostupné z: <https://www.copernicus.eu/cs/node/47936>. [cit. 2024-05-19].

[21] OTEVŘENÁ DATA O KLIMATU, Z. Ú. Fakta o klimatu. Online. 2019. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/>. [cit. 2024-05-19].

[22] United Nations Conference on Environment and Development (UNCED or the Earth Summit) Rio de Janeiro, Brazil, 1992. Online. In: UN Department of Economic and Social Affairs. 1992. Dostupné z: [https://www.un.org/esa/dsd/resources/res\\_docukeyconf\\_eartsumm.shtml](https://www.un.org/esa/dsd/resources/res_docukeyconf_eartsumm.shtml). [cit. 2024-05-19].

[23] KABELKOVÁ, Ivana; ŠŤASTNÁ, Gabriela; STRÁNSKÝ, David a HORECKÝ, Jakub. VLIV ČLOVĚKA NA KOLOBĚH VODY. Online. Jihomoravský kraj, 2019.

[24] Úmluva Rady Evropy o krajině. Online. In: MŽP. Ministerstvo životního prostředí. 2008. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/umluva\\_rady\\_evropy\\_krajina](https://www.mzp.cz/cz/umluva_rady_evropy_krajina). [cit. 2024-05-19].

[25] 77. výzva IROP - Zelená infrastruktura - SC 2.2 (ITI). Online. Dotace EU. 2023. Dostupné z: [https://www.dotaceeu.cz/cs/jak-ziskat-dotaci/vyzvy/obdobi-2021-2027/06-integrovaný-regionalní-operacní-program/77-vyzva-irop-zelena-infrastruktura-sc-2-2-\(iti\)](https://www.dotaceeu.cz/cs/jak-ziskat-dotaci/vyzvy/obdobi-2021-2027/06-integrovaný-regionalní-operacní-program/77-vyzva-irop-zelena-infrastruktura-sc-2-2-(iti)). [cit. 2024-05-19].

[26] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, EVROPSKÉ RADĚ, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Zelená dohoda pro Evropu. PDF. 2019.

[27] Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., et al. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – the evolution and applicati

[28] Vztah zelené, šedé a modrozelené infrastruktury k hospodaření s dešťovou vodou. Online. In: Ministerstvo životního prostředí. 2023. Dostupné z:



- [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/modrozelená\\_infrastruktura/\\$FILE/OAZK-vztah\\_ZI\\_SI\\_MZI\\_k\\_HDV-20230720.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/modrozelená_infrastruktura/$FILE/OAZK-vztah_ZI_SI_MZI_k_HDV-20230720.pdf). [cit. 2024-05-19].
- [29] COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. PDF. EUROPEAN COMMISSION, 2011.
- [30] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, EVROPSKÉ RADĚ, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Zelená dohoda pro Evropu. PDF. Evropská komise, 2019.
- [31] KRÁLOVÁ, Kateřina. Víte, co je modro-zelená infrastruktura? Online. In: Počítáme s vodou. 2022. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/vite-co-je-modro-zelena-infrastruktura/>. [cit. 2024-05-19].
- [32] STRÁNSKÝ, David; HORA, David; KABELKOVÁ, Ivana; SALZMANN, Klára; SUCHÁNEK, Milan et al. Analýza dokumentů pro koncepční hospodaření se srážkovou vodou v obcích. PDF. MŽP, 2019.
- [33] Modrozelená infrastruktura. Online. Ministerstvo životního prostředí. 2019. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/modrozelená\\_infrastruktura](https://www.mzp.cz/cz/modrozelená_infrastruktura). [cit. 2024-05-19].
- [34] STRÁNSKÝ, David; HORA, David; KABELKOVÁ, Ivana; VACKOVÁ, Michaela a VÍTEK, Jiří. Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy. PDF. HLAVNÍ MĚSTO PRAHA.
- [35] Zelené střechy - jejich skladba a detaily. Online. Coleman S.I. Dostupné z: <https://www.coleman.cz/clanky/zelene-strechy-jejich-skladba-a-detaily>. [cit. 2024-03-15].
- [36] Jednoduchá zelená střecha. Online. Můj dům krok za krokem. 2021. Dostupné z: <https://www.mujdumkrokzakrokem.cz/jednoducha-zelena-strecha/>. [cit. 2024-05-20].
- [37] Dotace dešťovka. Online. 2017. Dostupné z: <https://www.dotacedestovka.cz/>. [cit. 2024-05-20].
- [38] Plastino. Online. 2020. Dostupné z: <https://www.plastino.cz/>. [cit. 2024-05-20].
- [39] VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD: Metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj. PDF. MMR, 2019.
- [40] STRÁNSKÝ, David; KABELKOVÁ, Ivana; BAREŠ, Vojtěch a FREMROVÁ, Lenka. TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. 2021 Odvětvová technická norma vodního hospodářství. Praha: Sweco Hydroprojekt, [2013].
- [41] Using blue-green infrastructure in cities increases regional habitat connectivity and benefits biodiversity. Online. In: Evropská komise. 2022. Dostupné z: [https://environment.ec.europa.eu/news/using-blue-green-infrastructure-cities-increases-regional-habitat-connectivity-and-benefits-2022-11-16\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/using-blue-green-infrastructure-cities-increases-regional-habitat-connectivity-and-benefits-2022-11-16_en). [cit. 2024-05-20].
- [42] KAISLER, Jiří; SYNÁČKOVÁ, Marcela; ŽABIČKA, Zdeněk; VRÁNA, Jakub; ŠENKAPOULOVÁ, Jana et al. ČSN 75 9010, Vsařovací zařízení srážkových vod. Odvětvová technická norma vodního hospodářství. Praha: Hydroprojekt cz, 2012.

[43] STRÁNSKÝ, David. Metodika výpočtu objemu akumulčních nádrží pro srážkové vody. PDF. OP ŽP, 2022.

[44] Územní srážky. Online. Portál ČHMÚ. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>. [cit. 2024-05-20].

[45] KABELOVÁ, Ivana; STRÁNSKÝ, David a BAREŠ, Vojtěch. Efektivní kontrola návrhu systémů hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných územích. Online. In: Vodní hospodářství. 2023. Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/archiv-rocniku-2023/>. [cit. 2024-05-20].

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Změna poměrů srážkové vody ve městě, vlevo oblast před urbanizací, vpravo oblast v aglomeraci [23] .....	13
Obrázek 2 Rostoucí integrace a sofistikovanost městské dešťové vody [27] .....	16
Obrázek 3: Vztah HDV k šedé, modrozelené a zelené infrastruktuře [23] .....	17
Obrázek 4 Profil retenční střechy osazené vegetací [36] .....	18
Obrázek 5 Zpevněný propustný povrch vsakovací[34] .....	19
Obrázek 6 Podzemní akumulční nádrž[38] .....	19
Obrázek 7 Vsakovací průleh-rýha[40] .....	19
Obrázek 8 Povrchová retenční nádrž s regulovaným odtokem [34].....	21
Obrázek 9 Plocha pro vsakování [34] .....	21
Obrázek 10 Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod[42].....	26
Obrázek 11 Jednotlivé moduly webové aplikace HDVAsist [45].....	31
Obrázek 12 Příklad vyhodnocení modulu 1 u RD v Obříství (zdroj: HDVAsist) .....	31
Obrázek 13 Příklad schématu systému HDV v Technické ulici v modulu 2 (zdroj: HDVAsist) .....	32
Obrázek 14 Příklad výstupu dimenzování objektu průleh-rýha v modulu 3 v rámci Ústředního hřbitova Brno (zdroj: HDVAsist) .....	33
Obrázek 15 Pohled shora na plochu RD v Obříství (zdroj: Mapy.cz).....	41
Obrázek 16 Půdorys lokality v Technické ulici (zdroj Stránský D.).....	42
Obrázek 17 schéma systému Ústředního hřbitova Brno (zdroj: Stránský D.) .....	43

## Seznam grafů

Graf 1 závislosti $V_A$ a $C_r$ , metodou dle pražských standartů (vlevo) .....	554
Graf 2 závislosti $V_A$ , $E_r$ a $C_r$ , metodou podle OP ŽP (vpravo).....	554
Graf 3 závislosti $V_A$ , $E_r$ a $C_r$ získaný z výsledku v HDVAsistu .....	565

## Seznam tabulek

Tab.1	Stupně závažnosti chyb.....	39
Tab.2	Údaje o odvodňovaných plochách.....	43
Tab.3	Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu.....	43
Tab.4	Opravené výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště.....	44
Tab.5	Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu.....	44
Tab.6	Vstupní hodnoty pro výpočet akumulární jímky.....	44
Tab.7	Opravený výpočet objemu akumulární nádrže $V_A$ pro jednotlivé měsíce a stupně pokrytí $C_r$ .....	45
Tab. 8	Hodnoty $C_r$ v závislosti na $V_A$ .....	45
Tab.9	Vstupní hodnoty pro výpočet akumulární jímky.....	46
Tab.10	Specifická denní potřeba provozní vody nesouvisící s osobami.....	46
Tab.11	Vzorový bilanční výpočet pro zvolený objem nádrže.....	46
Tab. 12	Vypočtený vztah mezi $V_A$ , $E_r$ a $C_r$ .....	46
Tab. 13	Výsledek dimenzování objektu akumulární nádrže.....	47
Tab.14	Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B1.....	47
Tab.15	Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště.....	48
Tab.16	Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu B1.....	48
Tab.17	Hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B1.....	48
Tab.18	Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B1.....	49
Tab.19	Výsledky dimenze objektu rýhy B1.....	49
Tab.20	Vstupní hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B2.....	49
Tab.21	Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B1.....	50
Tab.22	Výsledky dimenze objektu vsakovacího průlehu B2.....	50
Tab.23	Hodnoty pro výpočet vsakovacího průlehu B2.....	50
Tab.24	Výsledky pro bilanční rovnici pro různé délky deště B2.....	51
Tab.25	Výsledky dimenze objektu rýhy B2.....	51
Tab.26	Výsledky dimenze vsakovacího průlehu u RD v Obříství.....	52
Tab. 27	Vypočtený vztah mezi $V_A$ , $E_r$ a $C_r$ u akumulární nádrže.....	52
Tab. 28	Výsledek dimenzování objektu akumulární nádrže.....	52
Tab.29	Výsledky dimenze průlehu u B1.....	52
Tab.30	Výsledky dimenze rýhy u B1.....	52
Tab.31	Výsledky dimenze průlehu u B2.....	53
Tab.32	Výsledky dimenze rýhy u B2.....	53
Tab.33	Výsledky dimenze rýhy č.14.....	53
Tab.34	Výsledky dimenze rýhy č.11.....	53
Tab.35	Výsledky dimenze retenční nádrže.....	53
Tab.36	Výsledky dimenze retenční nádrže.....	56

# Přílohy

Příloha A – Podklady k výpočtům

Příloha B – Protokol s doporučeními

Příloha C – Protokly z HDVAsistu

## Příloha A – Podklady k výpočtům

### Příloha A.1 součinitel odtoku $\psi_m$ [43]

Typ odvodňované plochy	Druh povrchu	Součinitel odtoku $\psi_m$
Šikmé střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály	0,95
	Střešní tašky, asfaltové pásy s posypem	0,90
Ploché střechy (sklon $\leq 5\%$ )	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály	0,95
	Střešní tašky, asfaltové pásy s posypem	0,90
	Štěrkové střechy <sup>1</sup>	0,65
Vegetační střechy <sup>1</sup>	Mocnost substrátu 40 - 60 mm	0,55
	Mocnost substrátu 60 - 100 mm	0,50
	Mocnost substrátu 100 - 150 mm	0,45
	Mocnost substrátu 150 - 250 mm	0,40
	Mocnost substrátu 250 - 500 mm	0,30
	Mocnost substrátu > 500 mm	0,10
Vozovky, chodníky, náměstí	Asfalt, beton beze spár	0,90
	Dlažba s vyplněnými spárami	0,75
	Hutněný štěrk	0,60
	Dlažba s propustnými spárami 15 % <sup>2</sup>	0,50
	Dlažba s propustnými spárami 35 % <sup>2</sup>	0,40
	Dlažba s propustnými spárami 50 % <sup>2</sup>	0,30
	Štěrk, zatravněný štěrk	0,30
	Zatravnovací / vegetační rošty, mřížky, dlaždice	0,20
Zemní svahy, násypy, příkopy	Jílovitá půda	0,50
	Hlinito-písčité půda	0,40
	Písčité půda	0,30
Zatravněné plochy, sady, zahrady	Ploché	0,05
	Sklonité	0,20

<sup>1</sup>Pokud je součástí střechy s retenční vrstvou též akumulací vrstva, lze součinitel odtoku snížit (nutno doložit informací od výrobce či výpočtem)

<sup>2</sup>podíl plochy propustných spár na celkové výměře dlažby s propustnými spárami

### Příloha A.2 Návrhové doby trvání srážek pro dané oblasti část 1. [43]

Číslo stanice	Místo	Periodicita (rok <sup>-1</sup> )	Doba trvání srážek (min)							
			5	10	15	20	30	40	60	120
			Návrhové úhrny srážek (mm)							
7	Mšeno	0.2	10.9	14.9	17.4	19.1	21.4	23.2	25.6	29.7
		0.1	12.6	17.7	20.7	22.8	25.9	27.8	30.9	36.0
12	Praha-Hostivař	0.2	11.3	16.5	19.5	21.1	23.2	24.7	26.9	30.6
		0.1	13.1	19.5	23.2	25.3	28.1	30.2	33.1	37.9

### Příloha A.2 Návrhové doby trvání srážek pro dané oblasti část 2. [43]

Číslo stanice	Místo	Periodicita (rok <sup>-1</sup> )	Doba trvání srážek (min)								
			240	360	480	600	720	1080	1440	2880	4320
			Návrhové úhrny srážek (mm)								
7	Mšeno	0.2	33.8	36.3	38.0	39.0	39.6	41.4	42.2	52.3	56.4
		0.1	41.1	44.1	46.6	47.2	47.9	50.0	50.8	62.5	67.2
12	Praha-Hostivař	0.2	36.6	42.5	43.2	43.8	44.5	46.4	46.9	58.9	62.5
		0.1	45.7	52.0	52.8	53.7	54.6	57.2	58.1	73.5	78.9

*Příloha A.3 Typické potřeby provozní vody pro různé činnosti. (TP 1.20.1)*

<b>Činnost</b>	<b>Potřeba</b>	<b>Doporučená hodnota pro potřeby OP ŽP</b>
Splachování WC	18 – 30 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	25 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>
Praní prádla	12 – 18 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	15 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>
Úklid domácnosti	1 – 2 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	2 l.os <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>

*Příloha A.4 Typické potřeby provozní vody pro závlahu. [43]*

<b>Vegetace</b>		<b>IV</b> <b>od-do</b>	<b>V</b> <b>od-do</b>	<b>VI</b> <b>od-do</b>	<b>VII</b> <b>od-do</b>	<b>VIII</b> <b>od-do</b>	<b>IX</b> <b>od-do</b>	<b>X</b> <b>od-do</b>
Intenzivní trávník (doporuč. pro OP ŽP)	Ideální srážka [mm]	60-75 (70)	70-90 (83)	80-110 (100)	90-120 (110)	80-110 (100)	60-75 (70)	
Ovocné stromy (sad) (doporuč. pro OP ŽP)		47-80 (69)	72-96 (88)	73-109 (97)	72-122 (105)	60-91 (81)	49-68 (62)	44-57 (53)
Zelenina (doporuč. pro OP ŽP)		40-59 (53)	60-90 (80)	67-109 (95)	74-114 (101)	72-118 (103)	61-97 (85)	30-35 (34)
Stromy (nové výsadby 2-3 roky)				120 l.strom <sup>-1</sup> 1x za 14 dní v období V-IX				
Parky			dle rozlohy intenzivních trávníků					

## Příloha B – Protokol s doporučeními

Protokol s doporučeními			
Oblast webové aplikace		Č. doporučení	Popis doporučení
Hlavní stránka	Úvodní přehled	-	-
	Správa mého účtu	1	Rozhraní nastavení profilu účtu je v angličtině, pro určitou přehlednost, by bylo vhodné jej mít v českém jazyce
		2	U mých datových souborů dát nápovědu, která uživateli pomůže určit jaký formát by měl nahrát (je to popsáno v příručce nicméně, se tato informace hodí i přímo v aplikaci)
	Moje projekty	3	V případě, pokud bych s aplikací fungoval dlouhodobě v horizontu několika let a chtěl si projekty ukládat bylo by vhodné zlepšit přehlednost záložky „Moje projekty“. Např. vytvoření složek podle měsíců/let nebo s vlastním názvem.
	Sdílené soubory	4	V případě, že někomu sdílím svůj projekt bylo by vhodné, aby dostal upozornění zadanou e-mailovou adresu
		5	U popisku sdíleného projektu je uvedeno jméno vlastníka a datum vzniku projektu. Datum vzniku bych vyměnil za datum sdílení souboru
Modul 1	Vyhodnocení	-	-
Modul 2	Plochy	6	U políčka "uvedení důvodů vylučující retenční střechu" mít možnost výběru z předvyplněných běžných odpovědí (jsou například vypsané v nápovědě u políčka)
		7	U povrchu retenčních střech po zadání možnosti dát doporučení, zda má být střecha extenzivní či intenzivní

		8	U výběru povrchů by bylo vhodné vidět rovnou jejich součinitel odtoku a nezobrazit jej až v diagramu.
		9	Při změně typu plochy se vymažou veškeré již zadané hodnoty pod tímto políčkem. Bylo by vhodné zanechat alespoň již zadaný sklon a výměru
		10	V případě, že uživatel chce změnit již zadanou plochu v diagramu, musí ji "odemknout", plocha se z diagramu vymaže a až potom jí může uživatel upravit. V rámci urychlení případných oprav bych doporučoval, aby plocha v diagramu zůstávala a nebyla spolu se všemi vazbami vymazána.
	Diagram	11	U tlačítka "Začít znovu (vyčistit diagram)" vytvořit dvoufázové ověření, aby se uživateli nestalo smazání diagramu omylem
		12	Tlačítko pro smazání by bylo uživatelsky lepší "DELETE" než "BACKSPACE"
		13	Přidat možnost, aby se více objektů mohlo napojit do jednoho "příjemce"
Modul 3	O modulu	-	-
	Dimenzování	14	Při složitějším výpočtu může aplikace dimenzovat objekty i několik minut, doporučuji vytvořit určitý ukazatel, který by uživateli dokázal říct délku výpočtu, případně vizualizoval míru pokroku výpočtu.
		15	U dimenzování objektu akumulární jímky metodou měsíční bilance AN-M jsou políčka vypuštění nádrže vždy ve výchozí pozici zaškrtnuto (značící vypuštěnou nádrž). Doporučuji mít políčka ve výchozí pozici nezaškrtnuté.
		16	U dimenzování objektu akumulární jímky metodou měsíční bilance AN-M by bylo v zájmu urychlení zadání dat vytvořit možnost vyplnění všech měsíců potřebnými údaji jednou hodnotou najednou.
Náhled systému	17	V uživatelské příručce jsem o záložce "Náhled systému" nenašel žádnou zmínku. Buďto záložku vymazat nebo její funkci doplnit do aplikace i příručky	



## Příloha C – Protokoly z HDVAsistu

# RD Obříství

Název projektu dle stavební dokumentace:

Stručná charakteristika stavby:

Jedná se o návrh akumulční nádrže pro srážkovou vodu z odvodňovacích ploch a o návrh vsakovacího průlehu na pozemku RD.

Katastrální území, parcelní číslo:

Obříství [708828], p.č.190/6

Souřadnice JTSK:

Stavebník:

Projektant:

Ivo Dokoupil

## Modul 1: Vyhodnocení místních podmínek pro HDV

### Priority při návrhu systému HDV

Priorita:	Prioritní je využití vsaku do půdního a horninového prostředí
Regulovaný odtok:	---
Bezpečnostní přeliv:	Bezpečnostní přelivy lze zaústit pouze na povrch pozemku (rizikové)

- V území existuje potenciál pro přímé odvedení srážkového odtoku k vegetačním prvkům (do vegetační vrstvy půdy)
- V území existuje potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci
- Místní podmínky umožňují vsak srážkového odtoku do půdního a horninového prostředí (M1-V1)
- Místní podmínky neumožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do povrchových vod (M1-PV2)
- Místní podmínky neumožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do jednotné kanalizace (M1-JK2)

Vyplněné odpovědi:

Je na pozemku potenciál propojit systém HDV se stávajícími vegetačními prvky? ano

Je na pozemku/v blízkém okolí potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci? ano

Maximální hladina podzemní vody 5 m pod terénem

Koeficient vsaku	1.0E-5 m/s
Přítomnost svahových nestabilit	ne
Přítomnost ekologických zátěží	ne
Existuje jiný důvod vylučující alespoň omezený vsak?	ne
Existuje jiný důvod vylučující vsak?	ne
Vzdálenost od povrchových vod/oddílného dešťového systému odvodnění / oddílného dešťového systému odvodnění	500 m
Jedná se o záměr jednoduché stavby pro bydlení či rekreaci?	ano
Je stavebník v případě potřeby schopen odvést srážkovou vodu z objektů HDV do povrchových vod, i když je vzdálenost větší než 100 m?	ne
Upřesnění příjemce (např. název recipientu)	Labe
Je možno odvádět srážkový odtok do povrchových vod / oddílného dešťového systému odvodnění gravitačně?	ne
Je stavebník v případě potřeby schopen odvést srážkovou vodu z objektů HDV do povrchových vod, i když to nelze provést gravitačně?	ne
Vzdálenost od jednotné kanalizace	5 m
Upřesnění příjemce (např. název stoky)	Výtlačková kanalizace
Je možno odvádět srážkový odtok do jednotné kanalizace gravitačně?	ne
Je stavebník v případě potřeby schopen odvést srážkovou vodu z objektů HDV do jednotné kanalizace, i když to nelze provést gravitačně?	ne

## Modul 2: Konceptní návrh systému HDV

Definované odvodňovací plochy:

Střecha RD	
Typ plochy	střecha
Stav	stávající
Typ	šikmá
Existují důvody vylučující retenční střechu?	ano
Uvedte důvody vylučující retenční střechu	Ohrožení statiky budovy
Výměra	130 m <sup>2</sup>
Povrch střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály
Typ	plocha neošetřených kovových částí 50-500 m2
Součinitel odtoku	0.95
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso
Vybrané způsoby před/čištění	• žádné před/čištění

Střecha přístřešku	
Typ plochy	střecha
Stav	stávající
Typ	šikmá
Existují důvody vylučující retenční střechu?	ano
Uvedte důvody vylučující retenční střechu	Stabilita budovy
Výměra	8 m <sup>2</sup>

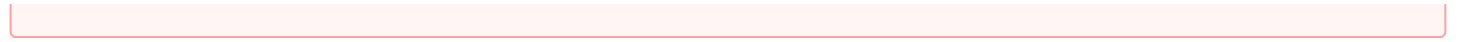
Povrch střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály
Typ	plocha neošetřených kovových částí do 50 m2
Součinitel odtoku	0.95
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna daším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta
Vybrané způsoby před/čištění	• žádné před/čištění

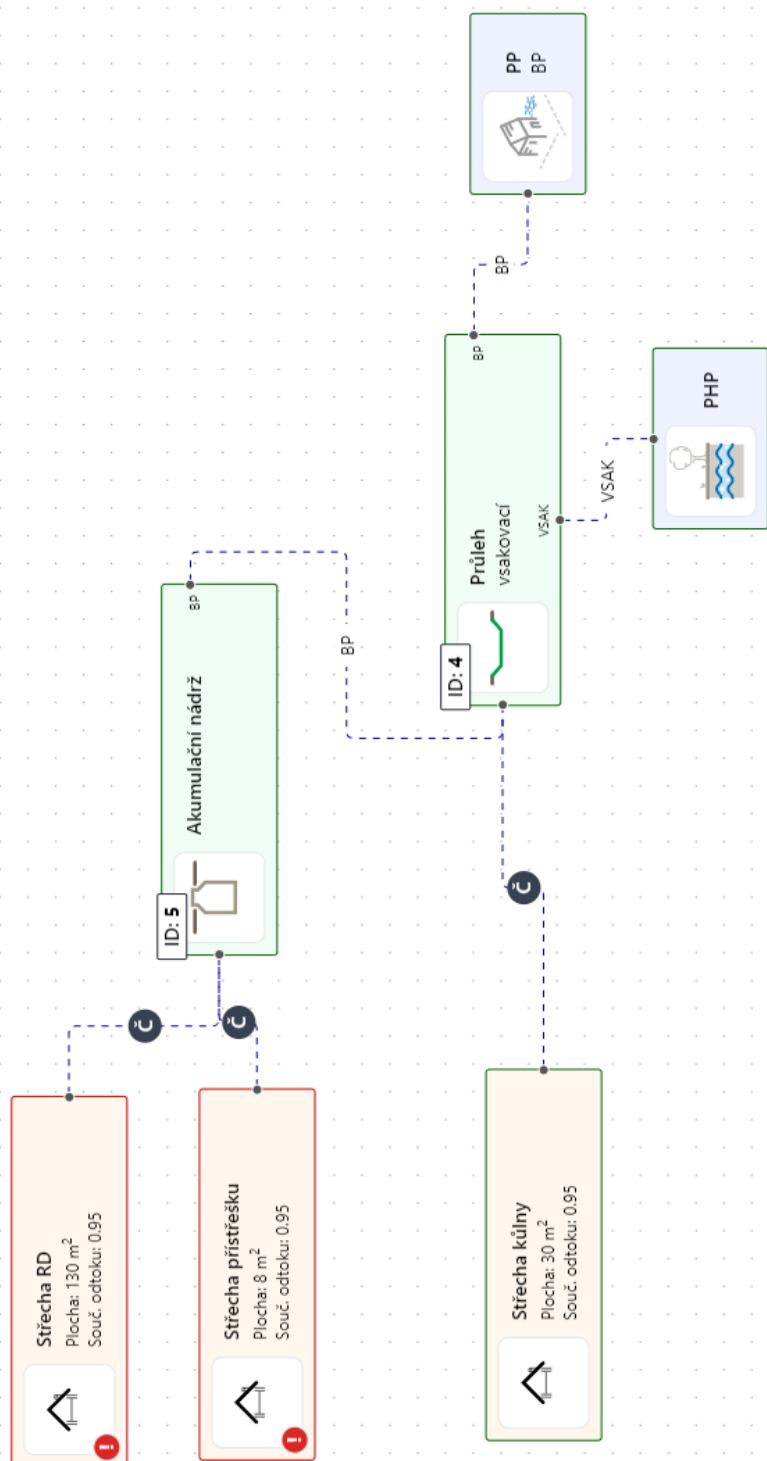
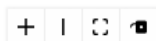
### Střecha kůlny

Typ plochy	střecha
Stav	stávající
Typ	šikmá
Existují důvody vylučující retenční střechu?	ano
Uvedte důvody vylučující retenční střechu	Stabilita budovy
Výměra	30 m <sup>2</sup>
Povrch střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály
Typ	plocha neošetřených kovových částí do 50 m2
Součinitel odtoku	0.95
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna daším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta
Vybrané způsoby před/čištění	• žádné před/čištění

#### Návrh obsahuje tyto chyby:

- Plocha 'Střecha přístřešku' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'Střecha RD' je napojena na jiný než doporučený objekt.





## Modul 3: Dimenzování systému HDV

### Subsystém 1

Odvodňovací plochy: Střecha RD, Střecha přístřešku, Střecha kůlny  
 Objekty: 5, 4

Objekt: ID 5 — Akumulační nádrž

Metoda: AN-M

Připojené odvodňovací plochy: Střecha RD (130 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)  
 Střecha přístřešku (8 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)

#### Vstupní parametry:

Region: **Středočeský kraj**

E<sub>r,min</sub>: **8 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Specifická denní potřeba provozní vody související s osobami (l/m/den)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Počet měrných jednotek	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Specifická denní potřeba provozní vody nesouvisící s osobami (l/m/den)				1.3	0.61	0.77	1	0.9	0.73			
Počet měrných jednotek				115	115	115	115	115	115			
Vypuštěná nádrž	ano	ano								ano	ano	ano

#### Výsledky dimenzování:

Efektivita využití objemu nádrže (E<sub>r</sub>): **7.99 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>**

Pokrytí potřeby provozní vody (C<sub>r</sub>): **73.79 %**

Navržená velikost akumulčního objemu: **5.09 m<sup>3</sup>**

Vztah mezi akumulčním objemem V<sub>A</sub>, efektivitou využití objemu nádrže E<sub>r</sub> a stupněm pokrytí potřeby C<sub>r</sub>:

V <sub>A</sub> (m <sup>3</sup> )	E <sub>r</sub> (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	C <sub>r</sub> (%)
1.77	22.22	71.38



$V_A$ (m <sup>3</sup> )	$E_r$ (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	$C_r$ (%)
2.95	13.73	73.52
4.13	9.85	73.79
5.31	7.66	73.79
6.49	6.27	73.79
7.67	5.3	73.79
8.85	4.6	73.79
10.03	4.05	73.79
11.21	3.63	73.79

Objekt: ID 4 — Vsakovací průleh

---

Metoda: OST-B

Připojené odvodňovací plochy: Střecha kůlny (30 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)  
 Střecha RD (130 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)  
 Střecha přístřešku (8 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)

#### Návrhová kritéria

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální poměr Ared/Avsak: **15 %**

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **0.3 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **15.95 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **4.79 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **16.67 h**

Hloubka v retenčním prostoru hret: **0.3 m**

*ČVUT v Praze, Fakulta stavební a autoři webové aplikace nepřebírají jakoukoli odpovědnost za případné škody vyplývající z přístupu do webové aplikace HDVAsist a jejího použití.*

# Technická ulice

Název projektu dle stavební dokumentace:

Stručná charakteristika stavby:

Jedná se o návrh dvou systémů s objektem HDV průleh-rýha s regulovaným odtokem pro odvodňované plochy z blízkých střech a pozemků v Technické ulici.

Katastrální území, parcelní číslo:

Dejvice [729272], p.č. 4289

Souřadnice JTSK:

Stavebník:

Projektant:

Ivo Dokoupil

## Modul 1: Vyhodnocení místních podmínek pro HDV

### Priority při návrhu systému HDV

Priorita:	Prioritní je využití vsaku do půdního a horninového prostředí v kombinaci s regulovaným odtokem
Regulovaný odtok:	Regulovaný odtok lze zaústit pouze do povrchových vod
Bezpečnostní přeliv:	Bezpečnostní přelivy lze zaústit do povrchových vod (preferenčně), případně do jednotné kanalizace

- V území existuje potenciál pro přímé odvedení srážkového odtoku k vegetačním prvkům (do vegetační vrstvy půdy)
- V území neexistuje potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci
- Místní podmínky umožňují omezený vsak srážkového odtoku do půdního a horninového prostředí, objekty může být potřebné doplnit o regulovaný odtok (M1-V2)
- Místní podmínky umožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do povrchových vod (M1-PV1)
- Místní podmínky umožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do jednotné kanalizace (M1-JK1)

Vyplněné odpovědi:

Je na pozemku potenciál propojit systém HDV se stávajícími vegetačními prvky?

ano

Je na pozemku/v blízkém okolí potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci?	ne
Maximální hladina podzemní vody	10 m pod terénem
Koeficient vsaku	1.0E-7 m/s
Přítomnost svahových nestabilit	ne
Přítomnost ekologických zátěží	ne
Existuje jiný důvod vylučující alespoň omezený vsak?	ne
Existuje jiný důvod vylučující vsak?	ne
Vzdálenost od povrchových vod/oddílného dešťového systému odvodnění / oddílného dešťového systému odvodnění	1000 m
Jedná se o záměr jednoduché stavby pro bydlení či rekreaci?	ne
Upřesnění příjemce (např. název recipientu)	Vltava
Je možno odvádět srážkový odtok do povrchových vod / oddílného dešťového systému odvodnění gravitačně?	ano
Vzdálenost od jednotné kanalizace	10 m
Upřesnění příjemce (např. název stoky)	KT
Je možno odvádět srážkový odtok do jednotné kanalizace gravitačně?	ano
Je stavebník v případě potřeby schopen odvést srážkovou vodu z objektů HDV do povrchových vod, i když je vzdálenost větší než 500 m?	ano
Jiný důvod vylučující odvádění srážkového odtoku do jednotné kanalizace	ne
Jiný důvod vylučující odvádění srážkového odtoku do povrchových vod / oddílného dešťového systému odvodnění	ne

## Modul 2: Konceptní návrh systému HDV

Definované odvodňovací plochy:

B1 Zpevněné plochy	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	3779 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	<b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	• žádné před/čištění

B1 Vegetační plochy	
Typ plochy	nezpevněná plocha
Stav	stávající
Typ	s vegetací
Sklon	1 %
Zadejte vybraný nezpevněný povrch	4177 m <sup>2</sup>
Zadejte vybraný nezpevněný povrch	Hlinito-písčítá půda s vegetací
Součinitel odtoku	0.1
Doporučené objekty HDV	<b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta

Vybrané způsoby před/čištění • žádné před/čištění

### B1 Ploché střechy

Typ plochy	střecha
Stav	stávající
Typ	plochá
Existují důvody vylučující retenční střechu?	ano
Uvedte důvody vylučující retenční střechu	Stabilita
Výměra	3115 m <sup>2</sup>
Povrch střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály
Typ	bez neošetřených kovových částí
Součinitel odtoku	0.95
Doporučené objekty HDV	<b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta
Vybrané způsoby před/čištění	• žádné před/čištění

### B2 zpevněné plochy

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	3331 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	<b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž

Vybrané způsoby před/čištění • žádné před/čištění

### B2 vegetační plochy

Typ plochy	nezpevněná plocha
Stav	stávající
Typ	s vegetací
Sklon	1 %
Zadejte vybraný nezpevněný povrch	1964 m <sup>2</sup>
Zadejte vybraný nezpevněný povrch	Hlinito-písčité půda s vegetací
Součinitel odtoku	0.1
Doporučené objekty HDV	<b>Preference 1:</b> Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta

Vybrané způsoby před/čištění • žádné před/čištění

### B2 střechy

Typ plochy	střecha
Stav	stávající
Typ	šikmá
Existují důvody vylučující retenční střechu?	ano
Uvedte důvody vylučující retenční střechu	Stabilita
Výměra	1576 m <sup>2</sup>
Povrch střechy	Kovové plechy, sklo, další nenasákavé materiály
Typ	bez neošetřených kovových částí
Součinitel odtoku	0.95

Doporučené objekty HDV

**Preference 1:** Plocha pro vsakování, Vsakovací průleh, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem, Vsakovací nádrž

**Preference 2:** Vsakovací povrchová rýha/těleso, Vsakovací podzemní rýha/těleso, Vsakovací šachta

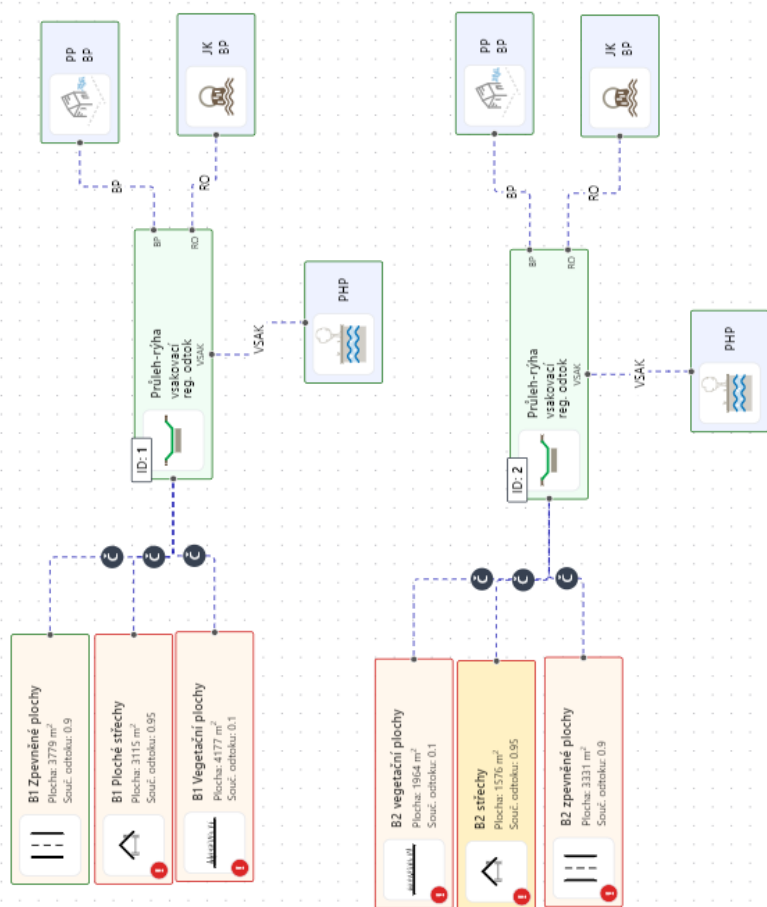
Vybrané způsoby před/čištění

• žádné před/čištění

Návrh obsahuje tyto chyby:

- Plocha 'B1 Vegetační plochy' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'B1 Ploché střechy' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'B2 zpevněné plochy' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'B2 střechy' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'B2 vegetační plochy' je napojena na jiný než doporučený objekt.





## Modul 3: Dimenzování systému HDV

---

### Subsystem 1

Odvodňovací plochy: B2 vegetační plochy, B2 střechy, B2 zpevněné plochy  
Objekty: 2

Objekt: ID 2 — Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-B

Připojené odvodňovací plochy: B2 vegetační plochy (1964 m<sup>2</sup>, SO: 0.1)  
B2 střechy (1576 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)  
B2 zpevněné plochy (3331 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)

Koeficient vsaku půdního filtru mezi průlehem a rýhou : **0.0001 m/s**

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **70 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální poměr Ared/Avsak: **15 %**

Maximální hloubka nadržení vody v průlezích: **0.3 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **312.77 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **77.75 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **0.85 h**

Hloubka v retenčním prostoru hret: **0.25 m**

#### Rýha:

Plocha objektu: **312.77 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **76.78 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **14.47 h**

## Subsystem 2

Odvodňovací plochy: B1 Zpevněné plochy, B1 Ploché střechy, B1 Vegetační plochy  
Objekty: 1

Objekt: ID 1 — Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-B

Připojené odvodňovací plochy: B1 Zpevněné plochy (3779 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
B1 Ploché střechy (3115 m<sup>2</sup>, SO: 0.95)  
B1 Vegetační plochy (4177 m<sup>2</sup>, SO: 0.1)

Koeficient vsaku půdního filtru mezi průlehem a rýhou : **0.0001 m/s**

### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **- l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **70 %**

### Okrajové podmínky

Maximální poměr Ared/Avsak: **15 %**

Maximální hloubka nadržení vody v průlezích: **0.3 m**

### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **451.87 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **111.92 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **0.84 h**

Hloubka v retenčním prostoru hret: **0.25 m**

### Rýha:

Plocha objektu: **451.87 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **103.92 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **12.55 h**

*ČVUT v Praze, Fakulta stavební a autoři webové aplikace nepřebírají jakoukoli odpovědnost za případné škody vyplývající z přístupu do webové aplikace HDVAsist a jejího použití.*

# Ústřední hřbitov Brno

Název projektu dle stavební dokumentace:

Stručná charakteristika stavby:

Jedná se o sdružený systém několika objektů HDV rýha s regulovaným odtokem zaústěných do retenční nádrže v jedné ze sekcí na Ústředním hřbitově v Brně.

Katastrální území, parcelní číslo:

Štýřice [610186], p.č. 1819/1

Souřadnice JTSK:

Stavebník:

Projektant:

Ivo Dokoupil

## Modul 1: Vyhodnocení místních podmínek pro HDV

### Priority při návrhu systému HDV

Priorita:	Prioritní je využití vsaku do půdního a horninového prostředí v kombinaci s regulovaným odtokem
Regulovaný odtok:	Regulovaný odtok lze zaústit pouze do povrchových vod
Bezpečnostní přeliv:	Bezpečnostní přelivy lze zaústit do povrchových vod (preferenčně), případně do jednotné kanalizace

- V území existuje potenciál pro přímé odvedení srážkového odtoku k vegetačním prvkům (do vegetační vrstvy půdy)
- V území existuje potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci
- Místní podmínky umožňují omezený vsak srážkového odtoku do půdního a horninového prostředí, objekty může být potřebné doplnit o regulovaný odtok (M1-V2)
- Místní podmínky umožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do povrchových vod (M1-PV1)
- Místní podmínky umožňují odvedení srážkového odtoku z objektů HDV do jednotné kanalizace (M1-JK1)

Vyplněné odpovědi:

Je na pozemku potenciál propojit systém HDV se stávajícími vegetačními prvky?

ano

Je na pozemku/v blízkém okolí potenciál pro užívání srážkové vody po její akumulaci?	ano
Maximální hladina podzemní vody	5 m pod terénem
Koeficient vsaku	1.0E-6 m/s
Přítomnost svahových nestabilit	ne
Přítomnost ekologických zátěží	ne
Existuje jiný důvod vylučující alespoň omezený vsak?	ne
Vzdálenost od povrchových vod/oddílného dešťového systému odvodnění / oddílného dešťového systému odvodnění	100 m
Upřesnění příjemce (např. název recipientu)	Dešť. kan.
Je možno odvádět srážkový odtok do povrchových vod / oddílného dešťového systému odvodnění gravitačně?	ano
Jiný důvod vylučující odvádění srážkového odtoku do povrchových vod / oddílného dešťového systému odvodnění	ne
Vzdálenost od jednotné kanalizace	100 m
Upřesnění příjemce (např. název stoky)	KT
Je možno odvádět srážkový odtok do jednotné kanalizace gravitačně?	ano
Jiný důvod vylučující odvádění srážkového odtoku do jednotné kanalizace	ne

## Modul 2: Konceptní návrh systému HDV

Definované odvodňovací plochy:

P3-1 štěrkový trávník	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
Výměra	197 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

P3-1 dlažba	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	178 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

#### P4 štěrkový trávník

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	209 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravnovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	<p>Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)</p> <p><b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem</p> <p><b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem</p>

#### P4 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	179 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	<p>Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)</p> <p><b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem</p>

#### P10 štěrkový trávník + Hroby sekce



Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	3119.2 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P10 Dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	215 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

#### P10 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
------------	------------------------------------

Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	98 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	• odstranění těžkých kovů a uhlovodíků filtrací přes adsorbenty

#### P10 štěrk sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	746.8 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % a vegetací
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P16 štěrkový trávník

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	88 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P16 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	176 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

### P20 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	1583.2 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravněovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	<p>Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)</p> <p><b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem</p> <p><b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem</p>

### P20 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	222 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	<p>Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)</p> <p><b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem</p>

### P20 štěrk sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
Výměra	285 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem  <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

P47 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	749 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem  <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P47 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
Výměra	56 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P47 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	48 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

Vybrané způsoby před/čištění

- odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P

### P37 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
------------	------------------------------------

Typ	jiné
Výměra	135.9 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem  <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P37 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Typ	tramvajové trati
Výměra	101 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

#### P46 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.1
Výměra	585.1 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože

Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P46 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	52 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

#### P46 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	nová
Typ	tramvajové trati
Výměra	56 m <sup>2</sup>



Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

#### P46 štěrk sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
Výměra	105.1 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P38 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	249 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)
	<b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P38 tráva

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
------------	------------------------------------

Typ	jiné
-----	------

pavedSlope.text	pavedSlope.-1
-----------------	---------------

Výměra	32 m <sup>2</sup>
--------	-------------------

Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
--------	-------------------------------

Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
---	----

Součinitel odtoku	0.15
-------------------	------

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)
	<b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
	<b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P23 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
------------	------------------------------------

Stav	stávající
------	-----------

Typ	jiné
-----	------

Výměra	3166 m <sup>2</sup>
--------	---------------------

Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
--------	-------------------------------

Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
---	----

Součinitel odtoku	0.15
-------------------	------

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

**Preference 2:** Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P23 dlažba

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Stav stávající

Typ tramvajové trati

pavedSlope.text pavedSlope.undefined

Výměra 27 m<sup>2</sup>

Povrch Vysypané štěrkem

Součinitel odtoku 0.6

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P23 asflat

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Stav stávající

Typ ulice, silnice, příjezdové cesty

Intenzita dopravy vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)

pavedSlope.text pavedSlope.undefined

Výměra 196 m<sup>2</sup>

Povrch Asfalt, beton bez propustných spár

Součinitel odtoku 0.9

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

### P23 štěrk sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	785 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P31 štěrkový trávník

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
Výměra	89 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne

Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P31 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	180 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

### P36 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	1473.3 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože

Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem
<b>P36 asfalt</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	113 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

<b>P36 dlažba</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined

Výměra	10 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P36 hroby štěrk

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	428 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P48 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
Výměra	1971.6 m <sup>2</sup>

Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P48 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
Výměra	187 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

#### P48 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	271 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár



Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

#### P5 štěrkový trávník

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	73 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravnovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

#### P5 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
Výměra	65 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem

Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P11 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	3166.2 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravněvací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P11 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
Výměra	42 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem
Součinitel odtoku	0.6

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
------------------------	---

<b>P11 asfalt</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	184 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

<b>P11 štěrk sekce</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	762.8 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem  <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem
------------------------	---

#### P45 štěrkový trávník + hroby sekce

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	471.5 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravňovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15

Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)  <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem  <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem
------------------------	---

#### P45 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	nová
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	59 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem

Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
<b>P45 asfalt</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	78 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

<b>P45 štěrk sekce</b>	
Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	71.4 m <sup>2</sup>
Povrch	Nepropustná dlažba s propustnými spárami 35 % bez vegetace
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.4

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

**Preference 2:** Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P17 štěrkový travník

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Stav stávající

Typ jiné

pavedSlope.text pavedSlope.undefined

Výměra 86 m<sup>2</sup>

Povrch Zatravňovací voštinové rohože

Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu? Ne

Součinitel odtoku 0.15

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

**Preference 2:** Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P17 asfalt

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Stav stávající

Typ ulice, silnice, příjezdové cesty

Intenzita dopravy vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)

pavedSlope.text pavedSlope.undefined

Výměra 172 m<sup>2</sup>

Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

### P55 štěrkový trávník

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	26 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravněovací voštinové rohože
Součinitel odtoku	0.15
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem <b>Preference 2:</b> Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P55 dlažba

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	tramvajové trati
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	27 m <sup>2</sup>
Povrch	Vysypané štěrkem

Součinitel odtoku	0.6
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P55 asfalt

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Stav	stávající
Typ	ulice, silnice, příjezdové cesty
Intenzita dopravy	vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	29 m <sup>2</sup>
Povrch	Asfalt, beton bez propustných spár
Součinitel odtoku	0.9
Doporučené objekty HDV	Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV) <b>Preference 1:</b> Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem
Vybrané způsoby před/čištění	<ul style="list-style-type: none"> <li>odstranění nerozpuštěných látek a lehkých kapalin v odlučovači lehkých kapalin typu S-I-P</li> </ul>

### P39 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva

Typ plochy	zpevněná plocha (jiná než střecha)
Typ	jiné
pavedSlope.text	pavedSlope.undefined
Výměra	333 m <sup>2</sup>
Povrch	Zatravnovací voštinové rohože
Existuje důvod vylučující použití zpevněného propustného povrchu?	Ne
Součinitel odtoku	0.15



Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

**Preference 2:** Vsakovací povrchová rýha/těleso s regulovaným odtokem, Vsakovací podzemní rýha/těleso s regulovaným odtokem

### P39 dlažba

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Stav stávající

Typ tramvajové trati

Výměra 162 m<sup>2</sup>

Povrch Vysypané štěrkem

Součinitel odtoku 0.6

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

### P39 asfalt

Typ plochy zpevněná plocha (jiná než střecha)

Typ ulice, silnice, příjezdové cesty

Intenzita dopravy vysoce frekventované (> 15 000 automobilů/24h)

Výměra 21 m<sup>2</sup>

Povrch Asfalt, beton bez propustných spár

Součinitel odtoku 0.9

Doporučené objekty HDV

Akumulační nádrž (musí být doplněna dalším objektem HDV)

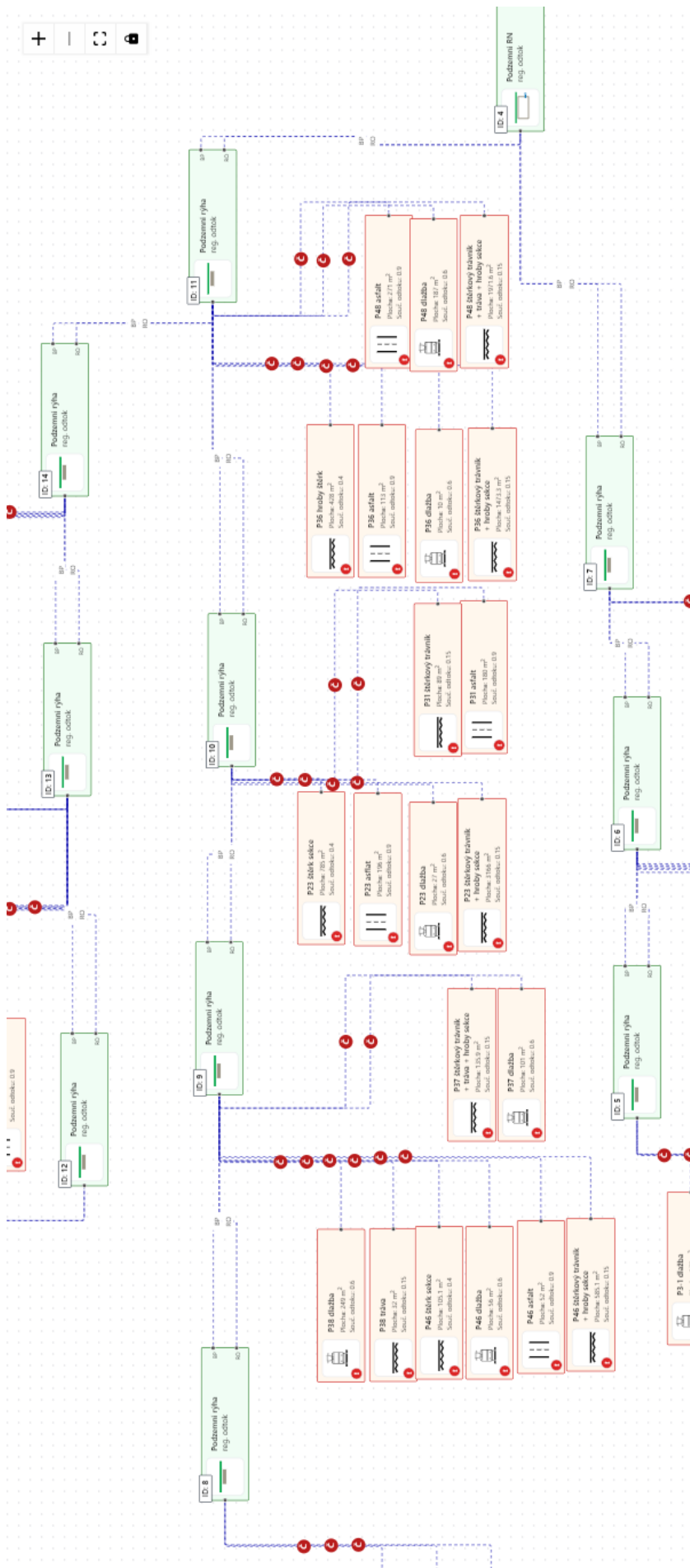
**Preference 1:** Vsakovací průleh s regulovaným odtokem, Vsakovací průleh s podzemní rýhou/tělesem a regulovaným odtokem, Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

Návrh obsahuje tyto chyby:

- Plocha 'P10 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P16 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P47 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P46 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P23 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P36 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P48 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P11 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P45 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P17 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P55 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P39 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P31 asfalt' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P3-1 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P4 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P10 štěrkový trávník + Hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P16 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P20 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P47 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P37 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P46 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P38 tráva' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P23 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P31 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P36 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P48 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P5 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P11 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P45 štěrkový trávník + hroby sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P17 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P55 štěrkový trávník' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P39 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P39 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P55 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.

- Plocha 'P45 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P11 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P5 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P48 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P36 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P23 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P38 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P46 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P37 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P47 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P20 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P10 Dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P4 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P3-1 dlažba' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P10 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P20 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P46 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P23 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P36 hroby štěrk' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P11 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.
- Plocha 'P45 štěrk sekce' je napojena na jiný než doporučený objekt.

Přesto, že v území existuje potenciál pro užívání srážkové vody, není v systému HDV zařazena akumulární nádrž.



## Modul 3: Dimenzování systému HDV

### Subsystém 1

Odvodňovací plochy: P45 štěrk sekce, P11 štěrk sekce, P36 hroby štěrk, P23 štěrk sekce, P46 štěrk sekce, P20 štěrk sekce, P10 štěrk sekce, P3-1 dlažba, P4 dlažba, P10 Dlažba, P20 dlažba, P47 dlažba, P37 dlažba, P46 dlažba, P38 dlažba, P23 dlažba, P36 dlažba, P48 dlažba, P5 dlažba, P11 dlažba, P45 dlažba, P55 dlažba, P39 dlažba, P39 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva, P55 štěrkový trávník, P17 štěrkový trávník, P45 štěrkový trávník + hroby sekce, P11 štěrkový trávník + hroby sekce, P5 štěrkový trávník, P48 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce, P36 štěrkový trávník + hroby sekce, P31 štěrkový trávník, P23 štěrkový trávník + hroby sekce, P38 tráva, P46 štěrkový trávník + hroby sekce, P37 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce, P47 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva, P20 štěrkový trávník + hroby sekce, P16 štěrkový trávník, P10 štěrkový trávník + Hroby sekce, P4 štěrkový trávník, P3-1 štěrkový trávník, P31 asfalt, P39 asfalt, P55 asfalt, P17 asfalt, P45 asfalt, P11 asfalt, P48 asfalt, P36 asfalt, P23 asfalt, P46 asfalt, P47 asfalt, P16 asfalt, P10 asfalt

Objekty: 13, 11, 10, 9, 7, 6, 5, 8, 12, 14, 4

Objekt: ID 13 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P17 asfalt (172 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P11 asfalt (184 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P45 asfalt (78 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P17 štěrkový trávník (86 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P45 štěrkový trávník + hroby sekce (471.5 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P11 štěrkový trávník + hroby sekce (3166.2 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P45 dlažba (59 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P11 dlažba (42 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P45 štěrk sekce (71.4 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)  
P11 štěrk sekce (762.8 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **68.91 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **68.91 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **45.1 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **13179.87 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **13099.17 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **80.7 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 11 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P36 asfalt (113 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P48 asfalt (271 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P48 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce (1971.6 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P36 štěrkový trávník + hroby sekce (1473.3 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P36 dlažba (10 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P48 dlažba (187 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P36 hroby štěrk (428 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **164.09 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **164.09 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **122.81 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **43026.21 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **42851.56 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **174.65 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 10 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P23 asflat (196 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P31 asfalt (180 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P31 štěrkový trávník (89 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P23 štěrkový trávník + hroby sekce (3166 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P23 dlažba (27 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P23 štěrk sekce (785 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **59.95 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **59.95 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **44.98 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **16944.56 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **16844.25 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **100.3 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 9 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P46 asfalt (52 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P38 tráva (32 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P37 štěrkový trávník + tráva + hroby sekce (135.9 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P46 štěrkový trávník + hroby sekce (585.1 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P37 dlažba (101 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P46 dlažba (56 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P38 dlažba (249 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P46 štěrk sekce (105.1 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **26.25 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **26.25 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **52.5 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **6002.04 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **5968.59 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **33.45 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 7 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P20 štěrkový trávník + hroby sekce (1583.2 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P20 dlažba (222 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P20 štěrk sekce (285 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **101.18 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **101.18 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **161.35 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **18115.47 m<sup>3</sup>/r**



Odtok: **18046.64 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **68.84 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 6 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P10 asfalt (98 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P16 asfalt (176 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)  
P10 štěrkový trávník + Hroby sekce (3119.2 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P16 štěrkový trávník (88 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P10 Dlažba (215 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P10 štěrk sekce (746.8 m<sup>2</sup>, SO: 0.4)

### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **59.95 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **59.95 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **44.98 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **13530.94 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **13448.73 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **82.21 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 5 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P3-1 štěrkový trávník (197 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P4 štěrkový trávník (209 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)  
P3-1 dlažba (178 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)  
P4 dlažba (179 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)

### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezích: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **13.38 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **13.38 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **26.75 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **2602.14 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **2586.58 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **15.56 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 8 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P47 asfalt (48 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)

P47 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva (749 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)

P47 dlažba (56 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezích: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **8.13 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **8.13 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **16.25 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **1789.15 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **1777.4 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **11.75 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 12 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P5 štěrkový trávník (73 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)

P5 dlažba (65 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **1.5 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **1.5 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **3 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **472.47 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **470.46 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **2.01 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 14 — Podzemní rýha s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

Připojené odvodňovací plochy: P55 asfalt (29 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)

P39 asfalt (21 m<sup>2</sup>, SO: 0.9)

P39 štěrkový trávník + hroby sekce + tráva (333 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)

P55 štěrkový trávník (26 m<sup>2</sup>, SO: 0.15)

P55 dlažba (27 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)

P39 dlažba (162 m<sup>2</sup>, SO: 0.6)

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **1 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **84.29 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **84.29 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **168.59 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **15187.52 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **15115.64 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **71.88 m<sup>3</sup>/r**

Objekt: ID 4 — Podzemní retenční nádrž s regulovaným odtokem

---

Metoda: OST-JS

#### Návrhová kritéria

Přípustný specifický odtok z území: **3 l/s/ha**

Četnost přetížení: **0.2 1/rok**

Minimální regulovaný odtok: **0.5 l/s**

Doba prázdnění: **24 h**

Kolik % z retenčního objemu objektu se musí za daný čas vyprázdnit: **100 %**

#### Okrajové podmínky

Maximální hloubka nadržení vody v průlezech: **6 m**

#### Výsledky dimenzování:

Plocha objektu: **2900.72 m<sup>2</sup>**

Velikost retence objektu: **17404.3 m<sup>3</sup>**

Doba prázdnění objektu: **34808.6 h**

Počet přepadů: **0.2 ks/r**

Přítok: **61141.68 m<sup>3</sup>/r**

Odtok: **43497.96 m<sup>3</sup>/r**

Přepad: **335.77 m<sup>3</sup>/r**

*ČVUT v Praze, Fakulta stavební a autoři webové aplikace nepřebírají jakoukoli odpovědnost za případné škody vyplývající z přístupu do webové aplikace HDVAsist a jejího použití.*